

Aus der Hals-Nasen-Ohren-Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg

Direktor: Professor Dr. med. M. E. Wigand

DIE GEFÄSSANATOMIE DER KANINCHENHAUT VOR UND NACH ANLAGE EINES HAUTLAPPENS

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Arno Manfred Roßlau
aus Gelsenkirchen

1980 #335

Aus der Hals-Nasen-Ohren-Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg

Direktor: Professor Dr. med. M. E. Wigand

DIE GEFÄSSANATOMIE DER KANINCHENHAUT VOR UND NACH ANLAGE EINES HAUTLAPPENS

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von

Arno Manfred Roßlau
aus Gelsenkirchen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten
Referent: Priv. Doz. Dr. Ch. Gammert
Korreferent: Prof. Dr. M. E. Wigand

Tag der mündlichen Prüfung: 21. 07. 1980

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	6
B. ABRISS ÜBER DIE GESCHICHTE DER INJEKTIONS- KORROSIONSTECHNIK	7
C. MATERIAL UND METHODE	10
1.0. AUSWAHL DER LABORATORIUMSTIERE	10
2.0. TIERHALTUNG UND ERNÄHRUNG	10
3.0. DURCHFÜHRUNG DES OPERATIVEN TIERVERSUCHS	11
3.1. Präoperative Vorbereitung	11
3.2. Durchführung der Operation	12
3.2.1. Anästhesie	12
3.2.2. Anlegen eines invertierten Rund- stiellappens	13
3.2.3. Operationsinstrumentarium und Nahtmaterial	13
3.2.4. Postoperative Versorgung der Tiere	19
4.0. DARSTELLUNG DER ANGIOSTRUKTUR DER KANINCHEN- HAUT UND DES INVERTIERTEN RUNDSTIELLAPPENS ..	20
4.1. Vorversuche	20
4.1.1. Beobachtungen der Fließeigenschaf- ten von Kunststoffen im Blutgefäß- system von Rinderplacenten	20
4.1.2. Physikalische und physiologische Grundlagen von Flüssigkeitsströ- mungen in starren und elastischen Röhren	20
4.1.3. Auswahl eines geeigneten polymeri- sierenden Kunststoffes	23
4.1.4. Vorversuche zu einem verzögerten Polymerisationsablauf mit ausrei- chender Formstabilität	24
4.1.5. Vorversuche zur Auswahl eines ge- eigneten Vasodilatators zur Weit- stellung der peripheren Gefäße ..	26

	Seite
4.2. Vorbereitung und Durchführung der Serienversuche	31
4.2.1. Praemedikation der Kaninchen	31
4.2.2. Spezielle Präparation und Einbinden der Katheter	31
4.2.3. Postmedikation	33
4.2.4. Apparativer Aufbau	33
4.2.5. Ablauf des Injektionsvorganges ..	34
4.3. Vorbereitung und Durchführung der Mazeration	34
4.3.1. Herstellen der Mazerationenlösung	34
4.3.2. Der Mazerationsvorgang	36
4.4. Dokumentation	36
4.4.1. Makroskopisch	36
4.4.2. Mikroskopisch	37
4.4.3. Rasterelektronenmikroskopisch ...	37
D. ERGEBNISSE	38
1.0. VORVERSUCHE	38
1.1. Ergebnisse beim Polymerisationsablauf mit verschiedenen Härterzusätzen in Technovit	38
1.1.1. Polymerisationsablauf: Technovit + 1 % Härterzusatz	38
1.1.2. Polymerisationsablauf: Technovit + 0,5 % Härterzusatz	39
1.1.3. Polymerisationsablauf: Technovit + 0,25 % Härterzusatz	39
1.1.4. Volumenschrumpfung von Technovit + 0,25 % Härterzusatz über 20 Stunden	39
1.2. Die physiologische Gefäßversorgung der Haut im thorakalen, thorako-abdominalen und sacrofemorale Bereich des Kaninchens	40
1.2.1. Die Axillar- und Thorakalregion ..	40
1.2.2. Die Thorako-Abdominalregion	41
1.2.3. Die Sacro-Femoralregion	41
1.2.4. Der gesamte thorako-abdominale Bereich mit seiner Gefäßversorgung .	42

	Seite
2.0. DIE ANGIOSTRUKTUR DES INVERTIERTEN RUNDSTIEL-	
LAPPENS UND SEINER ANGRENZENDEN HAUTBEZIRKE ..	45
2.1. Makroskopische Ergebnisse	45
2.1.1. Die autonome Gefäßversorgung des	
Lappens	45
2.1.2. Gefäßanschluß über die Arteria	
abdominalis cranialis	46
2.2. Mikroskopische Ergebnisse	47
2.2.1. Die Füße des invertierten Rund-	
stiellappens	47
2.2.2. Die bedeckende Hautschicht	48
2.2.3. Die Umschlagsnaht	49
2.2.4. Anzahl und Sprossung der Gefäße ..	50
2.2.5. Gefäße in einem klinisch entzündeten	
Narbenbereich	51
2.2.6. Verseifungsrückstände	52
2.3. Rasterelektronenmikroskopische Ergebnisse	53
2.3.1. Einsprossen der Gefäße 3. Ordnung	53
2.3.2. Räumliche Verhältnisse der Haut-	
gefäße und Differenzierung der	
anderen Gefäße	54
2.3.3. Außenfläche des invertierten Rund-	
stiellappens	55
2.3.4. Kapillare	56
2.3.5. Kristallines Salz an der Außen-	
fläche von Gefäßen	57
E. DISKUSSION	58
1.0. DER WERT DER INJEKTIONS-KORROSIONSTECHNIK	58
2.0. MATERIAL UND METHODE	59
2.1. Auswahl der Laboratoriumstiere	59
2.2. Durchführung der Operationen	61
2.2.1. Anästhesie	61
2.2.2. Anlegen des invertierten Rund-	
stiellappens	63

	Seite
2.3. Vorversuche mit Kunststoffen und Vaso-	
dilatatoren	64
2.3.1. Vorversuche mit Kunststoffen an	
verschiedenen Gefäßsystemen	64
2.3.2. Vorversuche mit Vasodilatoren ..	64
3.0. DARSTELLUNG VON GEFÄSSEN MIT TECHNOVIT 7001 ..	65
3.1. Das Korrosionspräparat aus Technovit +	
0,25 % Härter	65
3.1.1. Anwendung und Ergebnisse	65
3.1.2. Schrumpfungsverhalten	67
3.1.3. Bruchstellen	68
3.2. Die Gefäßsysteme der Kaninchenhaut vor und	
nach Anlage eines invertierten Rundstiell-	
lappens	69
3.2.1. Die Gefäßanatomie der Kaninchen-	
haut	69
3.2.2. Die Angiostruktur des invertierten	
Rundstiellappens und seiner angren-	
zenden Hautbezirke	70
F. ZUSAMMENFASSUNG	73
G. ANHANG	75
H. LITERATURSTELLEN	89

A. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG:

HNO-Chirurgen werden in der Tumorchirurgie, besonders im Halsbereich, mit großen Problemen der Rekonstruktion der Schluckstraße und Luftwege konfrontiert.

WIGAND konzipierte hierfür einen eingerollten, beidseits gestielten Hautlappen, der von GAMMERT im Tierexperiment erforscht werden sollte.

Entsprechende anatomische Beschreibungen der Angiostruktur der Haut von Kaninchen lagen bisher jedoch nicht vor.

Ziel dieser Arbeit sollte es deshalb sein, den anatomischen und topographischen Verlauf von Gefäßen in der Kaninchenhaut zu erforschen, um so Voraussetzungen für die Anlage des invertierten Rundstiellappens und anderer Lappen zu schaffen.

Darüber hinaus sollte die Vaskularisation in dem Experimentallappen und seine Gefäßverbindungen mit der umgebenen Haut beschrieben werden.

Mit der Injektions-Korrosionsmethode ließ sich die Problematik besonders gut klären.

B. ABRISS ÜBER DIE GESCHICHTE DER INJEKTIONS- KORROSIONSTECHNIK

Zum besseren Verständnis der in dieser Arbeit angewandten Methode wird ein Abriß über die Geschichte der Injektions-Korrosionstechnik vorangestellt. Das Ausgußpräparat der cerebralen Ventrikel, das LEONARDO DA VINCI (*1452, +1519) mit einer Wachsinjektion herstellte, war Studienobjekt für die räumliche Beschaffenheit im Inneren des menschlichen Gehirns. Er war nachweislich der Erste, der mit Hilfe einer Injektion eine anatomische Darstellung des Menschen herstellte (98).

JOHANN JACOB WEPFNER (*1620, +1695) injizierte als Erster die Halsgefäße mit saffrangelbem Wasser, um nach abschnittsweiser Präparation, den Verlauf und die Abzweigungen der Arteria carotis communis zu beschreiben. Injektionsversuche über die Halsgefäße ins Gehirn waren für die Demonstration der Funktion zwischen Blut und Gehirn notwendig, wie es von THOMAS WILLIS (1664) in seiner Arbeit "DE CEREBRI ANATOME" beschrieben wird.

Neues Injektionsinstrumentarium machte in der Folgezeit das Injizieren einfacher. REGNERUS DE GRAAF erfand 1668 die Glasspritze. CHRISTOPHER WREN gebrauchte zur Injektion einen Federkiel und JAN SWAMMERDAM zog unter Hitzeeinwirkung ein Glasröhrchen aus (108).

Wurden zu Anfang noch gefärbte Flüssigkeiten verwendet, so versuchte man nun Wachs, Fett, Öl und Gelantine in der Absicht zu injizieren, um nach einem Härtungsprozeß geformte Ausgußprodukte zu erhalten.

Die Zeit vor 1700 war die große Zeit feinsten Ausgußpräparate. Es wurden Gefäßsysteme, Drüsenausführungsgänge, Abflußwege und Hohlraumssysteme dargestellt. Forschungsobjekte waren das Herz, die Lungen, die Gallenblase, das Pankreas, die Nieren, die ableitenden Wege, der Uterus, die Ovarien und die Hoden. FREDERIK RUYISCH war ab 1741 der geistige Vater der Korrosion. Er zeigte nämlich an Pflanzen die Möglichkeit, Blätter, nur aus ihrem Gerippe bestehend, darzustellen. Analog zu dieser Darstellungsmöglichkeit zerstörte er das parenchymatöse Gewebe organischer Injektionspräparate und erhielt so ein Korrosionsprodukt. GOTTFRIED BIDLOO zerstörte das Parenchym durch Kochen und erst NATHANAEL LIEBERKÜHN (63) korrodierte mit Mineralsäuren.

Mit MARCELLO MALPHIGI (*1628, +1694) begann die Ära der Metallinjektionen (108). Es gelang ihm die Injektion der Lungen und die Darstellung der Lungenkapillaren durch Quecksilber.

Das lymphatische System wurde dargestellt von MASCAGNI JOHN VAN HORNE, FROHMANN, WILLIAM COWPER und ANTONIUS NUCK (63).

Über das Gefäßsystem der Lungen, der Leber, der Milz und der Placenta publizierten JOHN SWAMMERDAM (63) und FREDERIK RUYISCH.

GOTTFRIED BIDLOO (63) demonstrierte die lufthaltigen Verzweigungen von Bronchien und Bronchiolen, GLISSON bewies die Feinstruktur der Niere und DE GRAAF erarbeitete die fundamentalen Erkenntnisse der Reproduktionswege von Hoden und Eierstock im Detail.

Das 19. Jahrhundert brachte zahlreiche Weiterentwicklungen der Injektionsmassen wie Harze, Ölmassen, Kautschuk, Schellacks, Asphalt und Kittmassen.

JOSEF HYRTL (63), Wiener Anatom um 1900, arbeitete auch mit den Injektions-Korrosionsmethoden. Sein Verdienst war die Systematik und Reproduktion vieler anatomischer und topographischer Studien mit dieser Technik.

Eine Revolution erlebte das Injektions-Korrosionsverfahren mit der Anwendung von polymerisierenden Kunststoffen als Injektionsmasse. Dieses nicht mehr nach Aushärtung verformbare Material ist eine Weiterentwicklung des SCHUMMERSCHEN PLASTOID (95).

Die säuren- und laugebeständigen Kunststoffe werden heutzutage allgemein zur Gefäßdarstellung verwendet, darüber hinaus hat SCHÄFER (89) rasterelektronenmikroskopische Gefäßstrukturen in der Leber und Glomuscaroticum und MURAKAMI (77, 78) in der Niere dargestellt.

C. MATERIAL UND METHODE

1.0. AUSWAHL DER LABORATORIUMSTIERE

Für die Vorversuche wurden 10 Albinoratten mit einem Gewicht von ca. 250 - 300 g und einer Größe von durchschnittlich 16 - 18 cm ausgewählt.

Ein weiteres tierexperimentelles Vorversuchsprogramm lief ab mit Zwergkaninchen des Züchters Laternik aus 8521 Weiher, Mühlweg 18. Die Tiere hatten ein durchschnittliches Gewicht von 980 g und waren ca. 28 cm lang. Ziel dieser Versuchsreihe war es, das Fließ- und Polymerisationsverhalten des Kunststoffes, die Wirkung von Vasodilatoren auf die peripheren Hautgefäße und eine Präparationsmethode mit geeignetem Zugang zu Gefäßen zu finden bzw. zu testen.

Die eigentliche Versuchsserie, die Angiostruktur der gesamten Haut und des invertierten Rundstiellappens darzustellen, wurde an Neuseeländer Riesenkaninchen, die ein durchschnittliches Gewicht von 4,2 kg hatten und etwa 45 - 50 cm lang waren, durchgeführt. Die Tiere kamen alle aus der Hunsrücker Versuchstierzucht GmbH Dr. Lindorf in Kreussen.

2.0. TIERHALTUNG UND ERNÄHRUNG

Die Ratten waren in mit Sägemehl angefüllten Makrolon^R-Käfigen mit Überfalldeckel in einem fahrbaren Gestell der Fa. Ebeco untergebracht. Im Drahtgitter des Überfalldeckels befanden sich eine Futtervorrichtung und eine Wasserflasche.

Für die Kaninchenversuche wurden ebenfalls in einem fahrbaren Gestell jeweils 6 Batterien untergebracht, deren Gehäuse aus nicht rostendem, stählernen Blech bestand. Die Batterien bewährten sich dadurch, daß sie mit einem Wasserstrahl, einfach zu reinigen waren. Außerdem erwiesen sich die am Boden befindlichen Roste als sehr vorteilhaft, da die Boxen so von den Fäcalien der Tiere immer frei blieben.

Die tägliche und sorgfältige Betreuung der Kaninchen durch einen Tierpfleger, der die Tiere mit Nahrung und frischem Trinkwasser versorgte, war optimal für den Ablauf der tierexperimentellen Versuche.

Nach den Vorschriften von Laboratoriumstierhaltung wurde alles getan, um die Kaninchen ausreichend und gut zu versorgen. Der Tierstall verfügte über ausreichende Frischluftzufuhr, und um Trockenheit zu gewährleisten, waren alle Räume zentralgeheizt.

3.0. DURCHFÜHRUNG DES OPERATIVEN TIERVERSUCHES

3.1. PRÄOPERATIVE VORBEREITUNG

Präoperativ wurden die Tiere in den Boxen mit Ketanest^R 50 mg, einem Ketaminhydrochlorid (50 mg/kg Körpergewicht), in der Regel 3 - 5 ml, sediert und analgisiert. Der Wirkungseintritt der dissoziativen Anästhesie konnte nach ungefähr 5 - 10 Minuten an dem Rückgang der Reflexe und an den Gleichgewichtsstörungen abgesehen werden.

Die präoperative Vorbereitung bestand weiter darin, alle Tiere von der Wirbelsäule, also von dorsal nach lateral, im Thorax- und Abdominalbereich zu scheren. Dazu wurde eine Schermaschine gebraucht, wie sie für Tierkosmetik üblich ist.

Es war außerdem bei den Kaninchen notwendig, die Behaarung der Löffel für das Anlegen eines i. v. Butterfly (Venofix Ø 0,7 - G 22 R) zur Injektion des Narkotikums in eine Ohrvene zu entfernen.

Für die Anästhesie und die Operation wurden die Tiere auf dem Op-Tisch, an Vorder- und Hinterpfoten auf dem Bauch liegend, angeschnallt.

Das Operationsfeld wurde mit Kodan^R desinfiziert und die seitlichen Flächen mit sterilen Op-Tüchern abgedeckt.

3.2. DURCHFÜHRUNG DER OPERATION

3.2.1. ANÄSTHESIE

Das Narkotikum der Wahl beim Kaninchen wurde das Nembutal^R, ein Pentobarbital-Natrium, das wegen seiner tiefen Anästhesie auch von TOBER-MEYER (107) und von KASTENBAUER und REICHERT (64) vorgeschlagen wird.

Langsam vorsichtiges und genau dosiertes Injizieren über eine Ohrvene war wegen der geringen therapeutischen Breite geboten. Eine Wirkdosis von 25 - 30 mg/kg Körpergewicht gewährte eine tiefe, schmerzfreie Narkose von 2 - 3 Stunden.

Bei Zeichen der Überdosierung mußte sofort das Antidot Eukraton^R oder Micoren^R appliziert werden.

Ein zwischenzeitliches Steuern der Narkose war nicht möglich; notwendiges Nachinjizieren verlängerte jedoch die Wirkungsdauer.

3.2.2. ANLEGEN EINES INVERTIERTEN RUNDSTIELLAPPENS (IRSL)

Operativ wurde den Neuseeländer-Versuchskaninchen ein invertierter Rundstiellappen (IRSL) nach WIGAND so angelegt, daß im Hautbezirk ein größeres Gefäß oder eine Gefäßverzweigung in der peripheren Haut vor der Basis des Hautlappens gelegen war.

Das operative Vorgehen war wie folgt:

Durch einen 10 cm langen und parallel dazu im Abstand von 5 cm zweiten Hautschnitt (Abb. 1, Seite 14) wurden der Panniculus carnosus, die Muskulatur und die Fascie dargestellt (Abb. 2, Seite 14).

Danach wurden die Innenseiten der Hautincisionen so zu einer innenausgekleideten Röhre vernäht (Abb. 3, Seite 15), daß die Epidermis die Innenfläche des doppelt gestielten Lappens bildete (Abb. 4, Seite 15 und Abb. 6, Seite 16). Die Abbildungen 5 und 6 (Seite 16) zeigen den angelegten, beidseitsgestielten invertierten Rundstiellappen. Nach Mobilisieren und Vernähen der verbleibenden Wundränder (Abb. 7, Seite 17 und Abb. 8, Seite 17) entsteht ein oberflächlicher Narbenbereich (Abb. 9, Seite 18), bei dem seitlich die Umschlagsfalten aus dem Hautniveau und die Öffnung der angelegten Röhre zu sehen war (Abb. 10, Seite 18).

3.2.3. OPERATIONSINSTRUMENTARIUM UND NAHTMATERIAL

Es wurden ein chirurgisches Besteck, bestehend aus Skalpell mit verschiedenen Klingen, chirurgischer, anatomischer und plastischer Pinzetten, verschiedener Scheren und Nadelhalter, verwendet. Zum Verschweißen von Blutgefäßen diente ein Elektrokoagulator mit Pinzette.

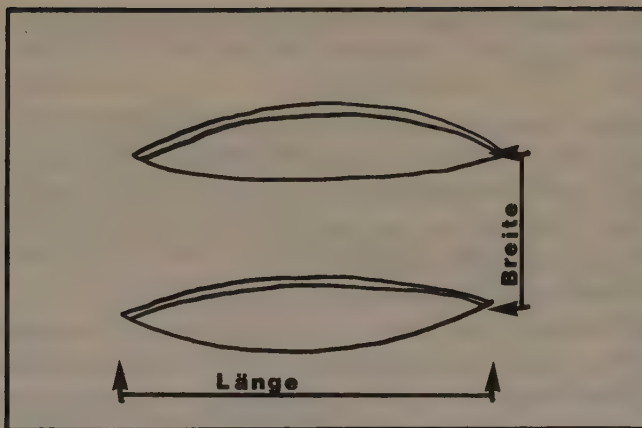


Abb. 1 Operationsbild Nr. 1 (Aufsicht)

Parallele Incision der Haut im Länge-Breite-Verhältnis 2 : 1

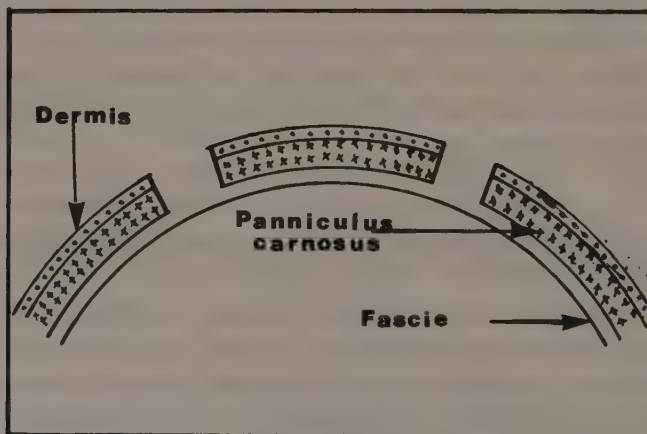


Abb. 2 Querschnitt zum Operationsbild Nr. 1

Darstellung der parallelen Incision und der schematischen Histologie mit Dermis, Panniculus carnosus und Fascie

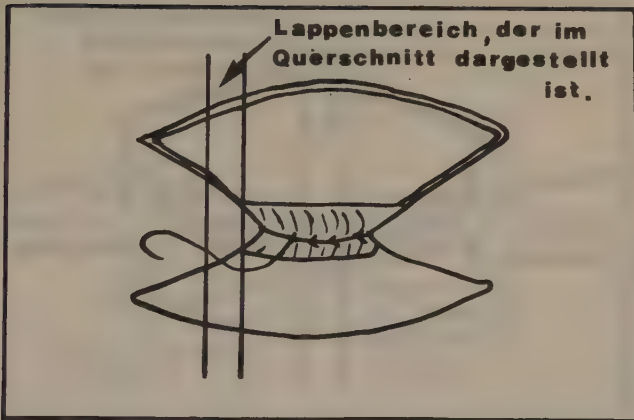


Abb. 3 Operationsbild Nr. 2 (Aufsicht)

Durch Einstülpfen und Vernähen der inneren Hautränder entsteht ein invertierter Rundstiellappen (IRSL)

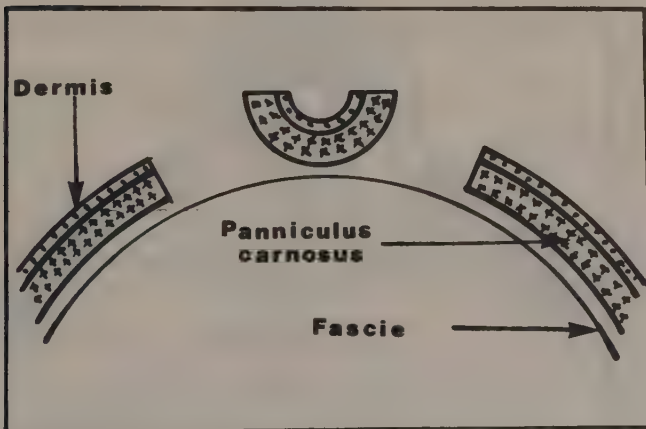


Abb. 4 Querschnitt zum Operationsbild Nr. 2 im markierten Lappenbereich

Darstellung der Strukturen der Haut mit Dermis, Panniculus carnosus und Fascie

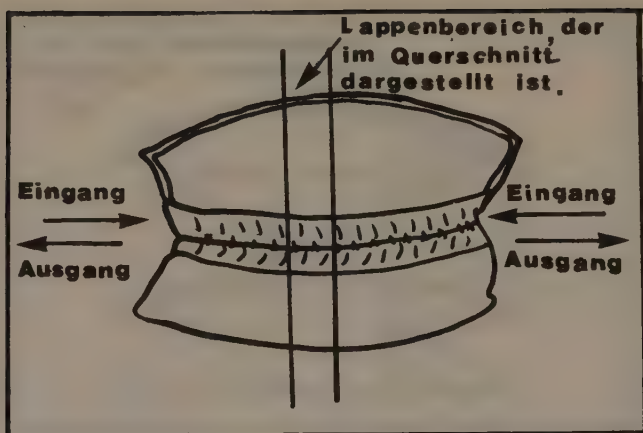


Abb. 5 Operationsbild Nr. 3 (Aufsicht)

Der invertierte Rundstielllappen (IRSL) ist angelegt

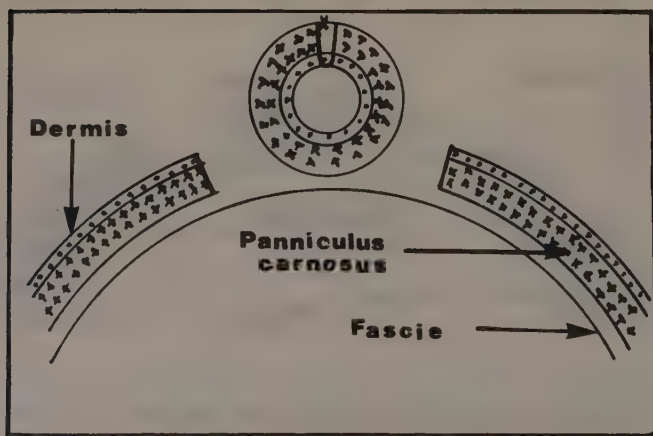


Abb. 6 Querschnitt zum Operationsbild Nr. 3 im markierten Lappenbereich

Der invertierte Rundstielllappen besitzt ein innenliegendes Epithel

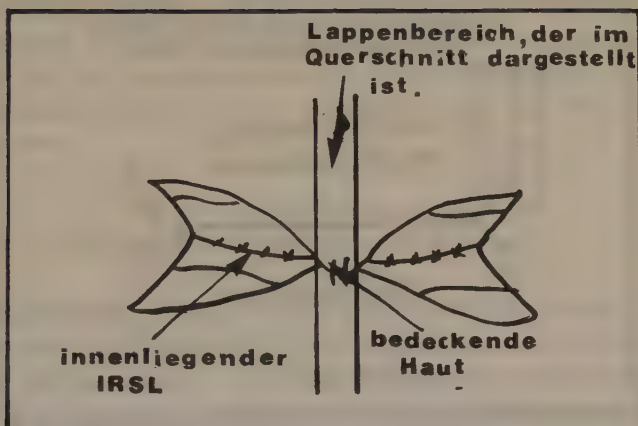


Abb. 7 Operationsbild Nr. 4 (Aufsicht)

Mobilisieren und Vernähen der äußeren Wundränder,
d. h. Bedecken des Lappens

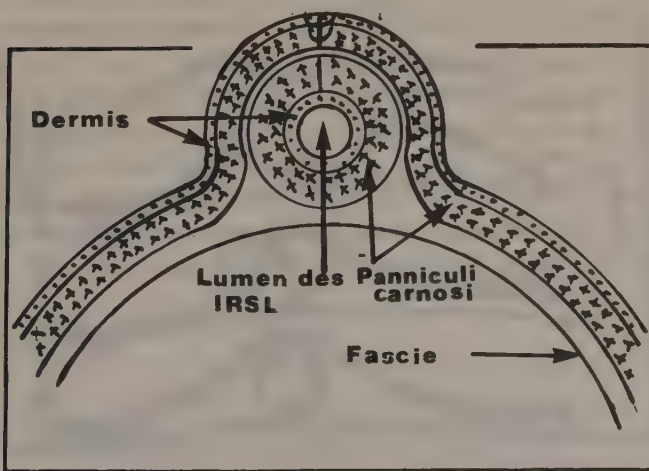


Abb. 8 Querschnitt zum Operationsbild Nr. 4 im markierten Lappenbereich

Der invertierte Rundstiellappen liegt unter einer bedeckenden Hautschicht

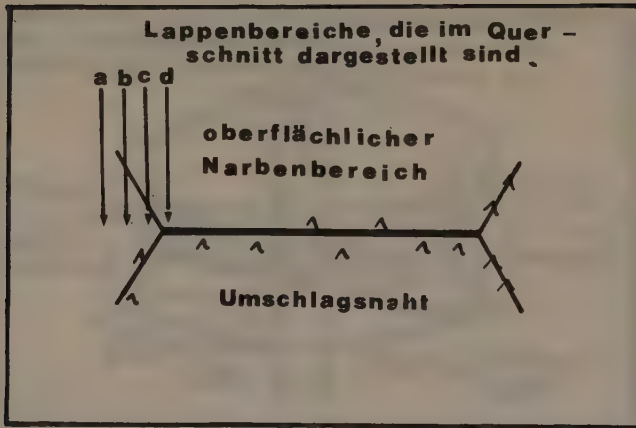


Abb. 9 Operationsbild Nr. 5 (Aufsicht)

Oberflächlicher Narbenbereich und Endzustand des versenkten invertierten Rundstielllappens

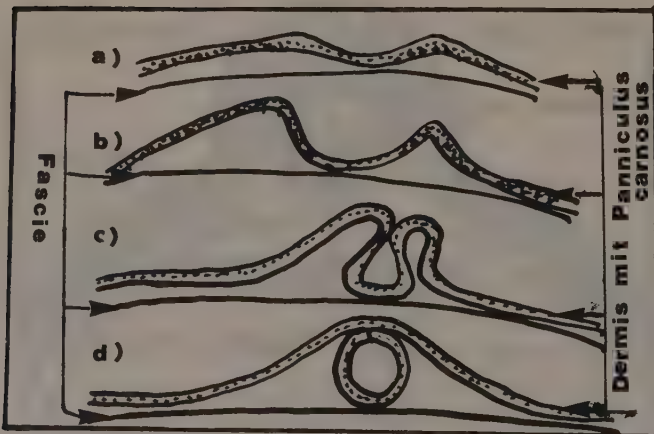


Abb. 10 Querschnitt zum Operationsbild Nr. 5 in den markierten Lappenbereichen

Darstellung von 4 Bereichen vor dem Eingang bzw. Ausgang des Lappens

Als Nahtmaterial wurden für die subcutane Wundschicht des IRSL atraumatisches Catgut 3-0 3 metric 70 chromic und für die außenliegende Naht 3-0 2 metric 75 cm Pharma Handseide schwarz geflochten der Fa. Eticon vernäht.

3.2.4. POSTOPERATIVE VERSORGUNG DER TIERE

Infektionsprophylaktisch besprühte man die Tiere postoperativ mit Kodanspray^R, einem Desinfektionsmittel, und mit Band-Acid, einem Spraypflaster; beides erwies sich zum äußeren Infektionsschutz als ausreichend. Deshalb war auch eine antibiotische Abdeckung der Tiere nicht nötig. Nach Beendigung der Operation wurden die Kaninchen in ihre Boxen gelegt und bei täglicher Kontrolle der Wundheilung im Narbenbereich klinisch beobachtet.

Bis zum eigentlichen Gefäßinjektionsvorgang verblieben die Tiere unterschiedlich zwischen 2 Tagen und 3 Monaten in ihren Boxen.

Bei den Tieren, die in der postoperativen Zeit Schuppen-geschwülste, Kratzverletzungen oder Entzündungen im Hautlappenbereich zeigten, konnte das Korrosions-Injektionsverfahren nicht angewandt werden.

Die Läsionen konnten auf mechanische oder entzündliche Veränderungen zurückgeführt werden, die durch das Scheuern mit den verwendeten Ohrmarken hervorgerufen wurden.

4.0. DARSTELLUNG DER ANGIOSTRUKTUR DER KANINCHENHAUT UND DES INVERTIERTEN RUNDSTIELLAPPENS

4.1. VORVERSUCHE

4.1.1. BEOBACHTUNGEN DER FLIESSEIGENSCHAFTEN VON KUNSTSTOFF IM BLUTGEFÄSSSYSTEM VON RINDERPLA- CENTEN

Injektionsvorversuche mit Kunststoff an Arterien und Venen von Rinderplacenten zeigten unter dem Operationsmikroskop unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten anders kalibrierter Gefäße. Mit zunehmender Zeit sank das Füllungsvolumen und auch das Fließen in den Gefäßen kam zu einem endgültigen Stillstand. Das Mazerationspräparat zeigte eine regelmäßige Füllung bis zu einer signifikanten Gefäßkalibrigkeit. Nachgeordnete, kleinere Gefäße waren nicht mehr gefüllt. Die physikalischen und physiologischen Grundlagen von Flüssigkeiten in Röhren oder Gefäßen und das Polymerisationsverhalten des Kunststoffes mußten folglich angewandt bzw. modifiziert werden.

4.1.2. PHYSIKALISCHE UND PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN VON FLÜSSIGKEITSSTRÖMUNGEN IN STARREN UND ELASTISCHEN RÖHREN

Unter Strömungsgeschwindigkeit ($v = \text{Weg}/\text{Zeit}$) versteht man die Geschwindigkeit einzelner Flüssigkeitsteilchen. Diese ist in einem gegebenen Zeitpunkt nicht an allen Stellen eines Gefäßdurchmessers gleich groß, sondern es liegt eine Geschwindigkeitsverteilung vor, die man als Geschwindigkeitsprofil bezeichnet und die z. B. parabelförmig oder abgeflacht sein kann.

Bildet man für einen gegebenen Zeitpunkt aus allen innerhalb eines Gefäßquerschnitts herrschenden Geschwindigkeiten den Mittelwert, so erhält man die mittlere Geschwindigkeit ($\bar{v}$) als momentanes räumliches Mittel. Das pro Zeiteinheit durch einen Rohrquerschnitt (Q) hindurchtretende Flüssigkeitsvolumen wird als Stromstärke (i) bezeichnet.

$$i = \text{Volumen/Zeit}$$

Da aufgrund der Kontinuitätsbedingung in einem starrwandigen Rohr, dessen Querschnitt sich in seinem Verlauf ändert, eine gegebene Stromstärke (i) zu einem beliebigen Zeitpunkt an jedem Ort den gleichen Wert hat, muß die über dem Querschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit ($\bar{v}$) in einem engen Rohrquerschnitt größer und in einem weiten Rohrquerschnitt kleiner sein:

$$\bar{v}_1 = i/Q_1 \quad \text{und} \quad \bar{v}_2 = i/Q_2$$

Diese Beziehung auf den Kreislauf übertragen, beinhaltet, daß im Kapillargebiet, das den größten Gefäß-Gesamtquerschnitt aufweist, die mittlere Strömungsgeschwindigkeit am niedrigsten ist.

Für die Beziehung zwischen der Stromstärke (i) und dem Druckgefälle ($p_1 - p_2$) zwischen Anfang p_1 und Ende p_2 eines starren Rohres gilt bei stationärer Strömung eine dem Ohmschen Gesetz formal analoge Beziehung:

$$i = \frac{p_1 - p_2}{R}$$

R ist hier der durch die Flüssigkeitsreibung bedingte Strömungswiderstand ($\text{dyn} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$). Im einfachsten Fall

bei stationärer, laminarer Strömung, läßt sich der Strömungswiderstand nach dem Poiseuilleschen Gesetz berechnen.

$$R = \frac{8 \cdot l \cdot \eta}{r_i^4 \cdot \pi}$$

Hierbei sind l = Rohrlänge, r_i = Innenradius des Rohres und η = Viskosität = Koeffizient der inneren Reibung der Flüssigkeit (1 Poise (P) = 100 Centipoise (cP) = 1 dyn·sec·cm⁻²).

Wird ein starres Rohr mit einer homogenen Flüssigkeit laminar durchströmt, so erhält man eine Stromstärke (i)-Druck (p)-Beziehung, die in einem Diagramm eine durch den Nullpunkt des Koordinatensystems verlaufende Gerade ergibt ($p/i = R = \text{konstant}$). Diese Beziehung ist im Gefäßsystem aber nicht gültig. Durch die Dehnbarkeit der Gefäße kommt es mit steigendem Druck zu einer passiven Erweiterung und damit - durch die Abnahme des Störungswiderstandes - zu einer überproportionalen Zunahme der Stromstärke.

Für eine optimale Darstellung der peripheren Gefäßstrukturen mit einem polymerisierenden Kunststoff ist nun folgendes zu beobachten. Aufgrund des rasch einsetzenden Polymerisationsprozesses ist die Perfusionszeit relativ begrenzt. Es müssen also Stromstärken gewählt werden, die eine vollständige Füllung des Gefäßsystems innerhalb von ca. 90 Minuten ermöglichen ($i \cdot t = \text{Volumen}$).

Bei stromstärkekonstanter Perfusion, wie dies hier in den Versuchen der Fall war, ergibt sich der Perfusionsdruck aus dem Produkt Stromstärke x Strömungswiderstand. Um bei gegebener Stromstärke einen im normalen physiologischen Druckbereich liegenden Perfusionsdruck zu er-

reichen, ist es notwendig, den Strömungswiderstand möglichst niedrig zu halten. Dies ist zum einen durch eine starke periphere Vasodilatation mit vasoaktiven Substanzen, zum anderen durch eine möglichst niedrige Viskosität des Kunststoffes zu erreichen. Für den letztgenannten Punkt ist es notwendig, die Polymerisation und damit den starken Viskositätsanstieg während der Perfusion zu verzögern.

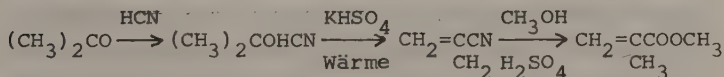
Die Vorversuche befassen sich folglich mit der Manipulation der chemischen Reaktion zu einem verzögerten Polymerisationsverlauf, mit der Auswahl eines geeigneten Vasodilatators und mit der speziellen Operations-Präparationsmethode zum Zweck der Volumenersparnis.

4.1.3. AUSWAHL EINES GEEIGNETEN POLYMERISIERENDEN KUNSTSTOFFES ALS INJEKTIONSMASSE

Von den in der Tab. 2 (Seiten 87 und 88) aufgeführten Kunststoffen wurden das Plastogen G und das Technovit 7001 in die engere Wahl gezogen.

Chemisch sind beide Injektionsmassen Methacrylsäuremethylester, die sich durch einen Peroxidkatalysator zu Polymerisationsprodukten durch Radikalbindung initiieren lassen.

Chemische Reaktion:



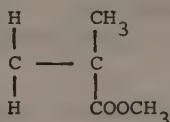
Das Polymethylmethacrylat ist gegen Säuren und Laugen beständig und bildet nach Beendigung des Polymerisationsvorganges einen dauerhaften, formstabilen und plastischen Stoff (113).

Weil das Polymerisationsverhalten von Plastogen G durch ständig abweichende Härtingszeiten keine Standardisierung der Methode zuließ, kam für den Serienterversuch Technovit 7001 der Fa. Kulzer, Bad Homburg, zur Anwendung.

Nach der Gebrauchsanweisung der Firma soll der klare Sirup mit 2 Härtern von je 0,5 - 1 % versetzt werden. Nach Vermischen der Komponenten erfolgte die Polymerisation innerhalb von 45 - 60 Minuten.

Nach dieser Vorschrift durchgeführte Versuche brachten keine Ergebnisse der peripheren Darstellung von Gefäßen. Die Aorta mit ihren Hauptabzweigungen jedoch war dargestellt.

Chemische Formel von Polymethylmethacrylat:



4.1.4. VORVERSUCHE ZU EINEM VERZÖGERTEN POLYMERISATIONSABLAUF MIT AUSREICHENDER FORMSTABILITÄT NACH DER AUSHÄRTUNG

Da man es bei den peripheren Gefäßen der Haut mit Gefäßen vom Typ Arteriolen, Venolen und Kapillaren zu tun hat, und von der Fläche und den zu/abführenden Wegen lange Strecken zurücklegen mußte, reichte die Zeit von 45 - 60 Minuten nicht aus, die Injektion bis in die letzten Gefäße zu vollziehen.

Das Polymerisationsverhalten von Technovit 7001 mit der Härtermenge 0,5 - 1 % erhöhte in kurzer Zeit die Viskosität der Injektionsmasse, so daß ein Fließen eingeschränkt und bald stillgelegt war.

Die Vorversuche mit dem Ziel, die Härtermengen zu reduzieren, um den Polymerisationsbeginn (Viskositäts-erhöhung) zu verzögern, wurden mit freundlicher Unterstützung von Herrn Zahradnik aus dem Institut für Werkstoffwissenschaften V der Universität Erlangen-Nürnberg (Vorstand Prof. Dr. F. R. Schwarz) durchgeführt.

Da man es beim Polymerisationsvorgang mit einer exothermen Reaktion zu tun hat, geht mit der Temperaturerhöhung der Beginn der chemischen Reaktion einher. Der maximale Temperaturpunkt (Kulminationspunkt) signalisiert das Ende der chemischen Reaktion, an dem 98 % von Technovit ausgehärtet ist.

Mit 0,25 % Härterzusatz erhielt man über 4 Stunden keine Temperaturerhöhung. Diesem Zeitraum war eine nahezu gleichbleibende Viskosität des Kunststoffes zuzuordnen.

In der Aushärtungsphase zeigt das Technovit 7001 je nach Härterzusatz ein unterschiedliches Schrumpfungsverhalten.

Die 18 % Volumenschrumpfung beim Härterzusatz von 0,25 % führte jedoch noch nicht zu Abrissen der Kunststoffmasse. Die Härterzusätze von 0,5 % und 1 %, die für die Polymerisationsgeschwindigkeit und daraus folglich für die Temperaturerhöhung verantwortlich waren, erzeugten in der Kunststoffmasse Blasen, die präformierte Bruchstellen bei der Korrosion darstellen würden.

4.1.5. VORVERSUCHE ZUR AUSWAHL EINES GEEIGNETEN VASO-DILATATORS ZUR WEITSTELLUNG DER PERIPHEREN GEFÄSSE

Die geeignete Gefäßdilatorwirkung eines Pharmakons auf die peripheren Gefäße der Haut wurde in Vorversuchen an Zwergkaninchen ermittelt (Tab. 1, Seite 30). Die Sedierung erfolgte mit Ketanest^R 50 mg, in der Regel 2 ml, die Analgesie und Narkose sicherte Nembutal^R 50 mg (25 mg/kg Körpergewicht). Außerdem wurden die Kaninchen mit 1 ml = 5000 USP-Einheiten Liquemin (Natriumheparinat) prämediziert, damit beim Ausbluten der Tiere die Gefäße durch Koagelbildung nicht verstopft wurden.

Um die Pharmakonwirkung verschiedenster Wirkungsweisen auf die peripheren Hautgefäße zu testen, war die Applikation der Medikamente (Tab. 1, Seite 30), jeweils in ein anderes Kaninchen injiziert, indiziert, um nach methodischer Kunststoffüllung und anschließender Mazeration, am Ausgußpräparat die Qualität des dargestellten Gefäßsystems auszuwerten.

Alle Präparate wurden unter einem binokularen Operationsmikroskop der Fa. Zeiss, Wetzlar, bei einer Vergrößerung zwischen 10 - 20fach im thorakalen, thorako-abdominalen und abdominalen Bereich ausschnittsweise fotografiert.

Das Anbringen einer Eichmarke von 10 x 10 mm unter den Hautgefäßen in einem photographisch aufgenommenen Bereich diente dem Zweck, daß sich der Durchmesser der einzelnen Gefäße, nach Entwicklung und Projektion der Dias, an der Eichmarke über einen Umrechnungsfaktor bestimmen ließ.

Die Anzahl der Gefäße wurde so auf einem 16. Teil des Eichmarken cm^2 ausgezählt und auf 1 cm^2 interpoliert. (Ergebnisse: Abb. 37 - 48, Seiten 75 - 86, Anhang)

In Anlehnung an SPALTEHOLZ (75), der systematische Studien über die Blutgefäße der menschlichen Haut betrieben hat, und dabei die Gefäße in übereinanderliegenden Netzen nach Größe und Anzahl einteilte, sollen auch hier, unter ähnlichen Kriterien, die Gefäße der Kaninchenhaut klassifiziert werden.

Nach einem Ordnungsprinzip ist die Vaskularisierung wie folgt zu beschreiben:

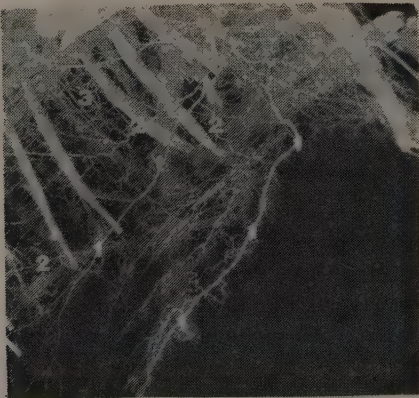
Diejenigen Gefäße, die für die primäre Versorgung einer Hautregion verantwortlich sind, entspringen an definierten Gefäßabzweigungen der Arteria axillaris, der Arteria renalis, der Arteria iliaca communis und der Arteria femoralis (Vergleiche 1.2.1., Seite 40, 1.2.2., Seite 41, 1.2.3., Seite 41).

Diese Gefäße durchziehen die Muskelfascien, verlaufen über einen großen Hautbezirk longitudinal und versorgen sekundär Arterien, die aus ihnen abzweigen. Sie sind vom Gefäßkaliber die größten Gefäße der Haut (Abb. 11, Seite 28). Mit zunehmendem Abstand von der Abzweigungsstelle nimmt im Longitudinalverlauf der Gefäßdurchmesser ab und entspricht dem der Sekundärarterien (Abb. 11, Seite 28). Diese aus den großen Hautgefäßen abzweigenden Arterien zeigen ähnliches Versorgungsverhalten der Haut wie die Primärarterien, denn sie durchfließen ein Hautareal ebenfalls longitudinal und speisen nachgeordnet wiederum kleinere Gefäße mit Blut. Der einzige Unterschied besteht im geringeren Gefäßdurchmesser (Abb. 11, Seite 28).

In einer numerischen Einteilung dieser Gefäße soll ihnen der Gefäßtyp 1 a und 1 b, entsprechend Maior- und Minortyp zuerkannt werden.

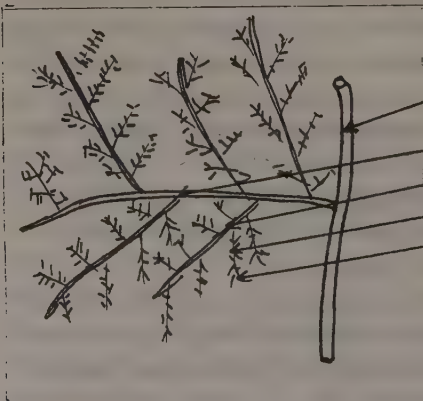
Die nachfolgenden Gefäßabzweigungen unterliegen der Gesetzmäßigkeit, daß sie aus der jeweils 1 b-Arterie versorgt werden, einen wesentlich geringeren Gefäß-

durchmesser als der 1-Typus haben und eine in allen Hautbezirken nahezu konstante Anzahl von Gefäßen pro cm^2 besitzen. In dieser Klassifizierung soll ihnen der Gefäßtyp 2. Ordnung zugesprochen werden. Die Gefäßhierarchie der Kaninchenhaut wird von Kapillaren beendet, die die kleinsten Gefäße sind. Sie entspringen aus den Gefäßen 2. Ordnung und sind die zahlenmäßig häufigsten pro cm^2 . In der Differenzierung kommt ihnen der Ordnungstyp 3 zu.



- 1. = Gefäßtyp 1 a
Maiorgefäß
- 2 = Gefäßtyp 1 b
Minorgefäß
- 3 = Gefäßtyp 2
- 4 = Gefäßtyp 3
(kann makroskopisch
nicht differenziert
werden)

Abb. 11 Klassifizierung der Gefäße in der Kaninchenhaut



- Gefäß, aus dem das
Maiorgefäß entspringt.
- Gefäßtyp 1 a
- Gefäßtyp 1 b
- Gefäßtyp 2
- Gefäßtyp 3

Abb. 12 Schematische Zeichnung der Gefäßtypen

Die Gefäßdurchmesser der Ordnungen 1 a, 1 b und 2 wurden durch Ausmessen in einer Meßreihe erstellt und sind hier Mittelwerte. 10mal wurde ein Ausschnitt fotografiert und ausgemessen. Die Standardabweichung war maximal 30 %.

Die Auswertung hatte nicht den Charakter, absolute statistische Werte zu ermitteln; sie diente lediglich dazu, unter genau festgelegten Auswertungsmaßstäben die beste Wirkung eines Vasodilatators an den peripheren Hautgefäßen der Kaninchen zur Darstellung des invertierten Rundstiellappens mit der Injektions-Korro-sionsmethode zu finden.

Zur Anwendung kamen: Dehydrobenzperidol^R (Droperidol), Priscol^R (Tolazolin-HCl), Complamin^R (Xantinol-Nicotinat), Regitin^R (Phentolaminmethansulfonat), Histamin^R (Histamin), Niconacid^R (Natriumnicotinat), Alkohol 40 % (Äthylalkohol), Hydergin^R (Dihydroergocornin+Dihydroergocritin+Dihydroergocryptin), Bradykinin^R (Bradykinin BRS 640), Theophyllin-Äthylendiamin^R (Theophyllin-Äthylendiamin), Amylnitrit^R (Amylnitrit) und Novocain^R (Procain-HCl). (Konzentration, Wirkungsmechanismus und Injektionsmenge Tab. 1, Seite 30)

Die ausgewerteten Ergebnisse zeigten eindeutig, daß Niconacid^R (Natriumnicotinat) für unsere Versuchsserie die beste und konstanteste Vasodilatatorwirkung erzielte (Abb. 42, Seite 80).

Es wurde deshalb für die Versuche zur Darstellung der Gefäße der gesamten intakten Kaninchenhaut sowie deren operativ veränderten Teilbereiche verwendet.

PHARMAKON	GENERIC-NAME	KONZENTRATION	WIRKUNGSMECHANISMUS	INJEKTION (ml)
Dehydrobenz- peridol	Droperidol	1 ml = 2,5 mg Droperidol	α -Rezeptoren- Blocker	6 ml
Priscol	Tolazolin- HCl	1 ml = 10 mg Tolazolin-HCl	Sympatholytikum	6 ml
Complamin	Xantinol- Nicotinat	1 ml = 150 mg Xant.-Nicot.	Abnahme d. peripheren Gefäßwiderstandes	8 ml
Regitin	Phentolamin- methansulfonat	1 ml = 10 mg Phen.meth.sulf.	α -Rezeptoren- Blocker	5 ml
Histamin	Histamin	1 ml = 0,03 mg Histamin	Dilatation von Arteriolen	5 ml
Niconacid	Natrium- nicotinat	1 ml = 100 mg Na.-nicotinat	Periphere Vasodila- tation	10 ml
Alkohol	Äthylalkohol	1 ml = 40 % Äthylalkohol	Zentrale Vasodila- tation	20 ml
Hydergin	Dihydroergocornin " ergocritin " ergocryptin	1 ml = 0,33 mg Zusammensetzung	Abnahme des Kapillar- widerstandes	6 ml
Bradykinin	Bradykinin BRS 640	1 ml = 0,08 mg Bradykinin	Senkung des peripheren Gesamtwiderstandes	3 ml
Theophyllin- Äthylendiamin	Theophyllin- Äthylendiamin	1 ml = 0,12 mg Zusammensetzung	Erschlaffung der Gefäßmuskulatur	10 ml
Amylnitrit	Nitramyl	1 Inhalations- ampulle = 0,1 g	Spasmolytikum	2 Amp.
Novocain	Procain-HCl	1 ml = 10 mg Procain-HCl	Grenzstrangblockade Stellatumblockade	6 ml

4.2. VORBEREITUNG UND DURCHFÜHRUNG DER SERIENVERSUCHE

4.2.1. PRAEMEDIKATION DER KANINCHEN

Ähnlich wie bei der praeoperativen Vorbereitung für die Anlage des invertierten Rundstiellappens (vgl. 3.1., Seite 11), wurden die Tiere in ihren Boxen mit Ketanest^R 50 mg/kg Körpergewicht sediert und analgisiert. Nach dem Wirkungseintritt schloß sich eine Rasur mit der Schermaschine im medialen Abdominal- und Thorakalbereich an. Für die Anästhesie war es wieder besser, die Tiere auf dem Op-Tisch in Bauchlage anzuschallen. Die Applikation von Nembutal^R war, wie unter 3.2.1. (Seite 12) beschrieben, erfolgt. Nach Eintritt der Narkose mußten nun noch zusätzlich der Vasodilatator Niconacid^R und das Antigerinnungsmittel Liquemin^R über den Ohrvenenkatheter infundiert werden. Nach Lagerungswechsel von der Bauch- in die Rückenlage war die Vorbereitung für die spezielle Präparation und das Einbinden der Katheter beendet.

4.2.2. SPEZIELLE PRÄPARATION UND EINBINDEN DER KATHETER

Durch einen medianen Haut- und Muskelschnitt, von der Höhe des Diaphragmas bis zum Beckenbereich der Linea alba folgend, wurde die Bauchhöhle eröffnet und blutende Gefäße durch Elektrokoagulation verschlossen. Mit dem Abbinden und Durchtrennen des terminalen Colons begann ein Operationsweg, der zum Ziel hatte, an der Aorta und Vena cava inferior abzweigende bzw. einmündende Gefäße zu ligieren. Es folgte die Resektion der abdominalen Organe, die durch die Ligatur bei der nachfolgenden Kunststoffinjektion nicht mehr infundiert werden sollten. Ligiert wurden die Arteria und Vena mesenterica

inferior und superior und die Arteria gastrica. Die Resektion des gesamten Colons, des Magens und der Milz schlossen sich an (Abb. 13, Seite 32).

Nach dieser Teilpräparation wurde das Kaninchen an einer Überdosis Nembutal^R (5 ml) getötet.

Die Präparation ging dann mit der Entfernung von Leber und Diaphragma weiter. Das Tier blutete nach dem Durchtrennen der Vena cava inferior aus. Das Einbinden von Polyäthylenkatheter, die sich in den Vorversuchen als beständig und nicht mit dem Kunststoff reagibel gezeigt hatten, in die Vena cava inferior unterhalb des topographischen Leberberrandes, in die Vena cava superior über dem rechten Herzvorhof und in die Aorta nach Eröffnen des linken Ventrikels, beendete das spezielle Präparieren (Abb. 13, Seite 32).

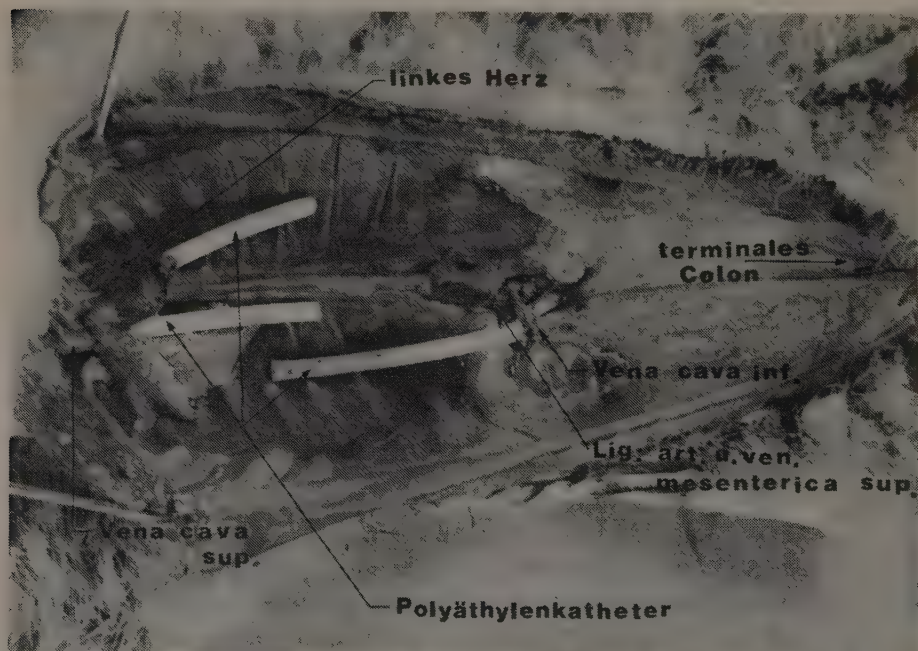


Abb. 13 Operationssitus

Nach der Resektion aller abdominalen Organe sind die Polyäthylenkatheter in das linke Herz, die Vena cava inferior und superior eingebunden.

4.2.3. POSTMEDIKATION

Vor dem eigentlichen Füllungsvorgang wurde das Tier noch mit 1000 ml physiologischer Kochsalzlösung plus einem Zusatz von 10 ml Niconacid^R über das arterielle Gefäßsystem gespült, um die festen Blutbestandteile aus den Gefäßen zu entfernen. Die Durchtrennung des Rückenmarkes in der Cervikalgegend sollte eine zentrale Wirkung von eventuellen Gefäßspasmen ausschließen.

4.2.4. APPARATIVER AUFBAU

Die Vorversuche hatten gezeigt, daß bei Englumigkeit der Katheter die Polymerisationsgeschwindigkeit des Technovits beschleunigt wurde und, wenn die Zuleitungsschläuche aus Gummi bestanden, der Kunststoff mit den Schläuchen eine Reaktion einging und sie erweichen bzw. rupturieren ließ. Ungleiche Drücke, die beim Handinjizieren ebenfalls das Polymerisationsverhalten des Kunststoffes beeinflussten, wurden maschinell in gleichförmige transformiert.

Daher kamen Schlauchpumpen mit elektronischen Regelantrieb und Förderrichtungswechsel der Fa. Desaga und der Fa. Gilson zur Anwendung.

Das Material des Schlauchsystems war Iso-Versenic^R fürs Rollenlaufwerk der Pumpen, Absaugkatheter zwischen Bechergläsern — Pumpe und zwischen Pumpe — Polyäthylenkatheter, die in die Gefäße eingebunden waren (Abb. 14, Seite 35). Konstanter Druck und gewünschte Förderleistung konnten durch Reglerstellung eingestellt werden.

4.2.5. ABLAUF DES INJEKTIONSVORGANGES

Nachdem der Kunststoff Technovit 7001 in einem Härtermischungsverhältnis von 0,25 % angerührt war, wurde in zwei verschiedenen Bechergläsern roter (arterieller) und blauer (venöser) Farbstoffzusatz, in Form von Emaillierfarben, zugegeben und verrührt. Eine Schlauchverbindung war schon vorher vom Becherglas über die Pumpe zum Katheter hergestellt (Abb. 14, Seite 35).

Das Gesamtfüllungsvolumen von 5 - 6 % des Körpergewichts des Tieres hatte sich als ausreichend erwiesen. Die Pumpen wurden auf einen konstanten Füllungsdruck und auf konstante Füllungsgeschwindigkeit eingestellt. Die Infusion von 220 ml arteriell und 250 ml venös brauchte 90 Minuten.

Am Ende des Füllungsvorgangs wurden die Katheter abgeklemmt, um ein Rücklaufen von Kunststoff aus den Gefäßen zu verhindern. Um sicher zu gehen, einen vollständig ausgehärteten Kunststoff zu haben, war es erforderlich, das Kaninchen 48 Stunden zu lagern. Nicht ausgehärtete Injektionsmasse hätte beim anschließenden Mazervationsvorgang zum Verlust des Ausgußpräparates geführt.

4.3. VORBEREITUNG UND DURCHFÜHRUNG DER MAZERATION

4.3.1. HERSTELLEN DER MAZERATIONSLÖSUNG

In einer für das Tier ausreichend großen Polyäthylwanne wurden Kaliumhydroxidplättchen (KOH), Fa. Merck, Darmstadt, in Wasser aufgelöst und eine Konzentration von 40 % Lauge hergestellt. Es sei hier nochmals auf die Besonderheit der Schutzmaßnahmen beim Umgang mit stark ätzenden Laugen verwiesen.

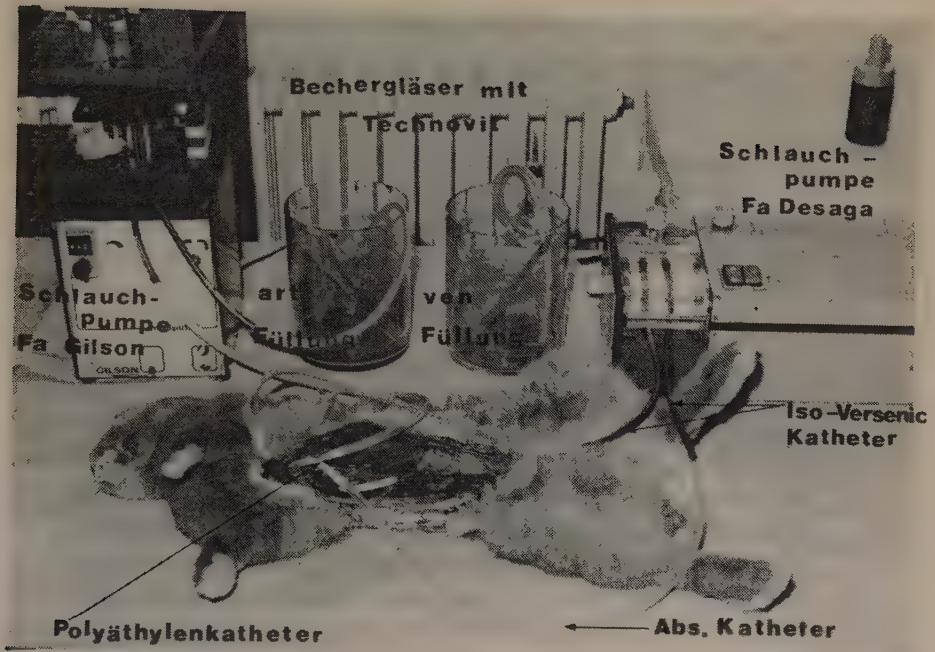


Abb. 14 Versuchsaufbau

Die beiden Schlauchpumpen fördern das für die arterielle und venöse Füllung der Gefäßsysteme gefärbte Technovit aus den Bechergläsern über Schläuche in die großen Gefäße.

4.3.2. DER MAZERATIONSVORGANG

Das Tier wurde in die KOH-Lösung vorsichtig eingelegt und die Polyäthylenwanne in einen Wärmeschrank, der bei 60^o Celsius den Mazerationsprozeß noch beschleunigte, gestellt.

Die ablaufende Reaktion war ein Verseifungsvorgang des organischen Gewebes, wobei nach und nach feinste Teile des ausgehärteten Kunststoffes, der Ausgußmasse der Gefäße, auftauchten, ohne jedoch von der Lauge angegriffen zu werden.

Nach 2 - 5 Tagen war das Kaninchen vollständig verseift und ein Kunststoffausgußpräparat des tierischen Gefäßsystems ohne Gewebsummantelung vorhanden.

Nach Neutralisation der noch schwachen Lauge durch Essigsäure und Wasser wurde das Präparat in einer Wanne schwimmend mit feinem Wasserstrahl einer Brause von den seifigen Rückständen befreit. Feine Gefäßbäumchen zerbrachen manchmal, weil sie mit Seife verbacken waren und das Lastgewicht zu groß war. Auch absolut vorsichtiges Handhaben der Spülung konnte ein Frakturieren nicht verhindern.

4.4. DOKUMENTATION

4.4.1. MAKROSKOPISCH

Die Auswertung des dargestellten invertierten Rundstiellappens und seiner angrenzenden Hautgebiete wurde photographisch durchgeführt.

4.4.2. MIKROSKOPISCH

Die mikroskopische Auswertung von Gefäßverläufen und deren Gefäßordnungen machte das Operationsmikroskop für mikrochirurgische Eingriffe der Fa. Zeiss, Wetzlar, möglich. Bei der Wahl der Vergrößerung von 6-10-16-20-40fach wurden manche Ausschnitte des invertierten Rundstiellappens photographisch dokumentiert.

4.4.3. RASTERELEKTRONENMIKROSKOPISCH

Mit freundlicher Genehmigung des Institutes für Paläontologie der Universität Erlangen-Nürnberg (Direktor Prof. Dr. E. Flügel) war es möglich, mit Hilfe des wissenschaftlichen Assistenten Dr. G. F. Tietz, am Gerät Cambridge REM S 4 - 10 mit einer Beschleunigung von 20 kV Strukturaufnahmen des Gefäßsystems des invertierten Rundstiellappens und seiner angrenzenden Hautbezirke zu machen. Eine Vergrößerung war von 2 - 2000fach bei dem Kunststoffgebilden möglich.

Besondere Ergebnisse wurden photographisch dokumentiert.

D. ERGEBNISSE

1.0. VORVERSUCHE

1.1. ERGEBNISSE BEIM VORBEREITEN DES POLYMERISIERENDEN TECHNOVITS MIT VERSCHIEDENEN HÄRTERZUSÄTZEN

Die Ergebnisse der Vorversuche über das Polymerisationsverhalten von Technovit 7001 sind, insoweit sie für die Methodik wichtig waren, teilweise schon in C 4.1.4.

(Seite 24) erwähnt worden.

Hier sollen noch einmal alle Ergebnisse detailliert beschrieben werden.

1.1.1. POLYMERISATIONSABLAUF VON TECHNOVIT UND 1 % HÄRTERZUSATZ

Als Maß für den Polymerisationsbeginn und den -ablauf diente die Temperaturerhöhung bzw. die Temperaturabnahme. Bei der Mischung von Technovit 7001 und 1 % Härter (10,71 g Technovit + 0,100 g Härter I + 0,144 g Härter II) lag zu Beginn der Temperaturmessung die Masse bei 23° Celsius. Von 0 - 35 Minuten nach dem Zusammenstellen erkannte man einen linearen Temperaturanstieg auf 30° Celsius, als Folge eines mäßigen Polymerisationsbeginns.

Das exponentielle Ansteigen der Temperatur von 30 - 108° Celsius nach 35 - 54 Minuten verdeutlichte die überschießende Reaktion, bei absoluter Aushärtung am Kulminationspunkt.

Die nachfolgende Temperaturabnahme zeigte, daß das Material keiner chemischen exothermen Reaktion unterworfen war.

1.1.2. POLYMERISATIONSABLAUF VON TECHNOVIT UND 0,5 % HÄRTERZUSATZ

32,56 g Technovit + 0,265 g Härter I + 0,273 g Härter II zeigten bis zu 1 Stunde nach Reaktionsinitiiierung gleichbleibende Temperatur.

Nach 1 Stunde setzte eine mäßige Temperaturerhöhung ein, die bei 1 Stunde 50 Minuten nach Reaktionsbeginn 30° Celsius zeigte. Die nachfolgende exponentielle Temperaturerhöhung führte nach 2 Stunden 20 Minuten zum Maximum von 98° Celsius.

1.1.3. POLYMERISATIONSABLAUF VON TECHNOVIT UND 0,25 % HÄRTERZUSATZ

Es wurden 10,427 g Technovit + 0,025 g Härter I + 0,040 g Härter II in einem Becherglas elektronenmagnetisch verrührt und folgende Reaktion beobachtet.

Es zeigte sich eine über 4 Stunden gleichbleibende Temperatur der Kunststoffmasse bei 23° Celsius, woraus man eine minimale Reaktion ablesen konnte.

Die nach 4 Stunden einsetzende Temperaturerhöhung, graphisch als parabelförmiger Temperaturanstieg gegen die Zeit dargestellt, signalisierte das Reaktionsverhalten. Der Kulminationspunkt lag bei 5 Stunden 9 Minuten.

1.1.4. VOLUMENSCHRUMPUNG VON TECHNOVIT UND 0,25 % HÄRTERZUSATZ ÜBER 20 STUNDEN

Technovit + 0,27 % Härter I + 0,42 % Härter II entsprach einer Mischung des Typs III und wurde auf Volumenschrumpfung bei der Aushärtung in einer Kapillare von 1 mm beurteilt.

Der Schrumpfungsbeginn entsprach dem exothermen Reaktionsbeginn nach 4 Stunden und erreichte nach 4 Stunden 43 Minuten + 4 Stunden 52 Minuten ein Maximum. Der Schrumpfungsprozeß schien nach 10 - 20 Stunden abgeschlossen zu sein.

Dem Anfangsvolumen von $0,935 \text{ cm}^3$ stand ein Endvolumen von $0,767 \text{ cm}^3$ gegenüber. Die Volumenschrumpfung über 20 Stunden betrug $0,168 \text{ cm}^3$, das entsprach 18 % des Ausgangsvolumens.

1.2. DIE PHYSIOLOGISCHE GEFÄSSVERSORGUNG DER HAUT IM THORAKALEN, THORAKO-ABDOMINALEN UND SACROFEMORALEN BEREICH DES KANINCHENS

1.2.1. DIE AXILLAR- UND THORAKALREGION

In der Regio axillaris, distal vom Scapulargelenk, befindet sich eine zweifache Abzweigung von Gefäßen, die im weiteren Verlauf den thorakalen Bereich der Haut medial und lateral versorgt.

Die Arteria thorakalis medialis cutanei verläuft aus der Arteria axillaris entspringend nach medial, um dann in der Parasternallinie kontinuierlich über den gesamten Thoraxbereich bis in den abdominalen Bezirk zu verlaufen. Die Arteria thorakalis lateralis cutanei (Abb. 15, Seite 43) entspringt im Winkel von 90° zur Arteria thorakalis medialis cutanei und biegt nach kurzem Verlauf siphonartig, mit sternaler Verlaufsrichtung in die Peripherie ab.

Beide Gefäße sind als primär versorgende Arterien zum Klassifikationstyp 1 a (Maiorgefäß) zuzuordnen.

Aus diesen zwei Gefäßen entspringen in unregelmäßigen Abständen und jeweils in einem Winkel von 45° zur Strömungsrichtung liegend Gefäße vom Typ 1 b (Minorgefäß),

die das Blut zu den nächst kleineren Gefäßen transportieren. Die Gefäße 2. und 3. Ordnung mit ihrem flächenhaften und gerichteten Gefäßmuster verdichten das Gefäßnetz in typischer Weise (Abb. 15, Seite 43).

1.2.2. DIE THORAKO-ABDOMINALREGION

Im thorako-abdominellen Bereich entspringt aus der Arteria renalis, physiologisch rechts und links unterschiedlich, die einzige in der Tieranatomie von BARONE (6) beschriebene Arterie (Arteria abdominalis cranialis) mit einem Anschluß an die Hautgefäße, die sich am Ausgang der Muskelschicht aufteilt und der Hauptgefäße mit der beschriebenen Ordnung folgen. Dieser Bereich des thorako-abdominellen Hautgefäßsystems ist ein Anastomosenbezirk (Abb. 16, Seite 43).

1.2.3. DIE SACRO-FEMORALREGION

Die Regio sacro-femoralis wird von 3 Hauptgefäßabgängen aus der Arteria iliaca communis und der Arteria femoralis versorgt.

Die Arteria sacro-abdominalis cutanei zweigt aus der Arteria iliaca communis ab und zieht über die Leistenbeuge zur lateralen ventralen Hautregion, die von dort Gefäßanschlüsse an das thorako-abdominale Anastomosengebiet abgibt (Abb. 17, Seite 44).

Die aus der Arteria femoralis entspringenden Arterien, die Arteria femoro-abdominalis cutanei anterior und die Arteria femoro-abdominalis cutanei posterior sind essentielle Hautgefäße 1 a-Ordnung und versorgen den medialen Hautbezirk, um dann ebenfalls ins thorako-abdomi-

nelle Anastomosengebiet zu ziehen (Abb. 17, Seite 44).

Die schon in der Axillar-Thorakalregion festgestellten Abzweigungen der Gefäße vom Typ 1 b, im Winkel von 45° in Fließrichtung, finden sich hier ebenfalls und vollenden mit den nachgeordneten Gefäßen 2. und 3. Ordnung das Gefäßsystem.

1.2.4. DER GESAMTE THORAKO-ABDOMINELLE BEREICH MIT SEINER HAUTGEFÄSSVERSORGUNG

In der Axillar-Thorakalregion, der Thorako-Abdominalregion und der Sacro-Femoralregion sind die essentiellen großen Gefäße vom Typ 1 a keinen großen physiologischen Veränderungen unterworfen.

Dem Gefäßverlauf aller anderen Gefäßklassifizierungen ist kein signifikanter anatomischer Verlauf zuzuordnen. Die anatomische Bedeutung der Haupthautgefäße wird hier, nachdem es in der Literatur keine Bezeichnung der Gefäße gibt, der allgemeinen anatomischen Nomenklatur zu Grunde gelegt.

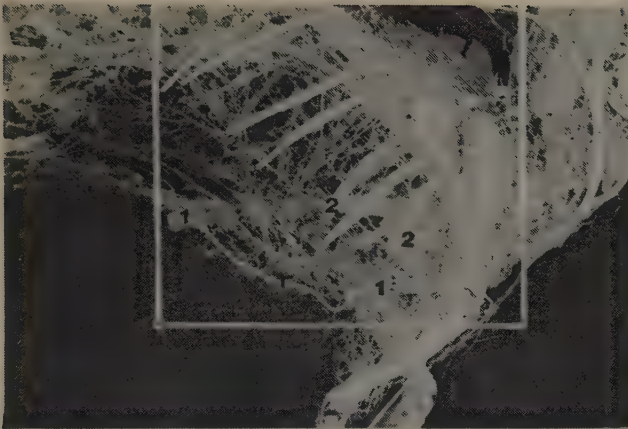


Abb. 15 Photographischer Ausschnitt rechts lateral
Axillarregion mit den Abzweigungen der Gefäße:
1) Arteria thoracalis medialis cutanei
2) Arteria thoracalis lateralis cutanei

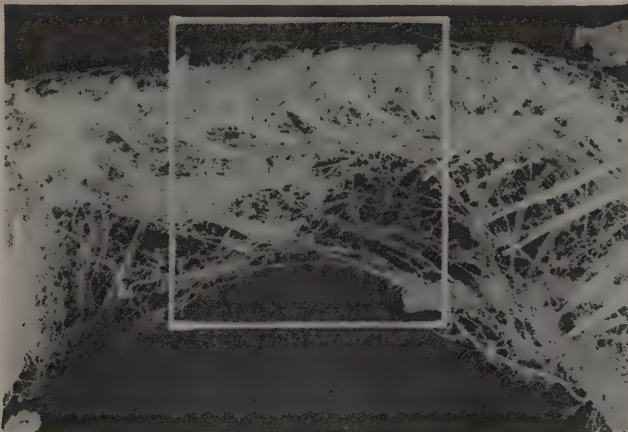


Abb. 16 Photographischer Ausschnitt rechts lateral
Thorako-Abdominalregion mit dem Anastomosenge-
biet der Arteria thorakoabdominales cutanei

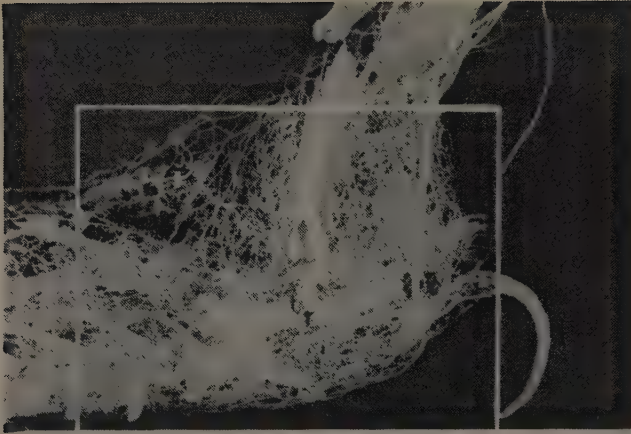


Abb. 17 Photographischer Ausschnitt rechts lateral
Sacro-Femoralbereich mit den Gefäßen:
1) Arteria sacroabdominales cutanei
2) Arteria femoroabdominalis cutanei anterior +
posterior

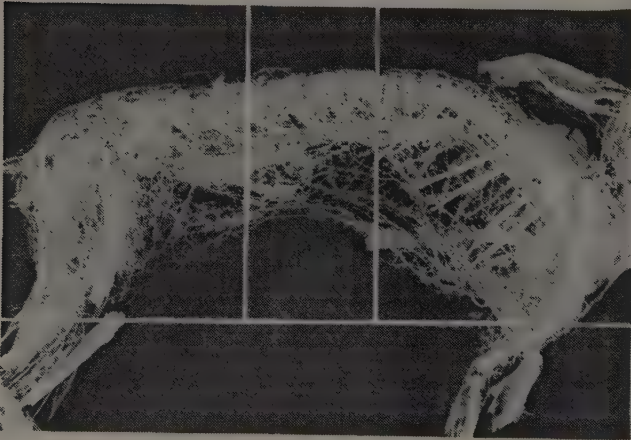


Abb. 18 Photographischer Ausschnitt rechts lateral
Übersicht über den thorako-abdominellen Bereich
mit ventraler und dorsaler Versorgung von Blut-
gefäßen der Kaninchenhaut.

2.0. DIE ANGIOSTRUKTUR DES INVERTIERTEN RUNDSTIEL- LAPPENS UND SEINER ANGRENZENDEN HAUTBEZIRKE

2.1. MAKROSKOPISCHE ERGEBNISSE

2.1.1. DIE AUTONOME GEFÄSSVERSORGUNG DES LAPPENS

Der invertierte Rundstiellappen stellte, unter der Haut angelegt, einen autonomen Hautschlauch dar. Er war gekennzeichnet durch ein eigenes Gefäßsystem, das über den Eingang bzw. Ausgang Anschluß an das Gefäßsystem der übrigen Haut besaß.



Abb. 19 Photographische Übersicht
Das autonome Gefäßsystem des unter der Haut
liegenden Rundstiellappens

2.1.2. GEFÄSSANSCHLUSS ÜBER DIE ARTERIA ABDOMINALIS CRANIALIS

Außerdem konnte man einen Gefäßanschluß über das Anastomosengebiet der Arteria thorako-abdominalis cutanei, der Abzweigung aus der Arteria abdominalis cranialis erkennen.

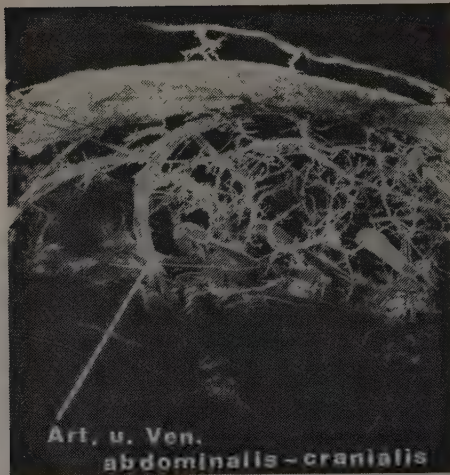


Abb. 20 Photographischer Ausschnitt von der Seite Gefäßanschluß über die Arteria abdominalis cranialis

2.2. MIKROSKOPISCHE ERGEBNISSE

2.2.1. DIE FÜSSE DES INVERTIERTEN RUNDSTIELLAPPENS

Die Füße des invertierten Rundstiellappens mit Eingang und Ausgang von Gefäßen stellten eine schmale Gefäßstraße dar. Eine große einmündende Arteria und eine ebenfalls große abfließende Vene stammten aus der Umgebung der Kaninchenhaut (Abb. 21, siehe unten).

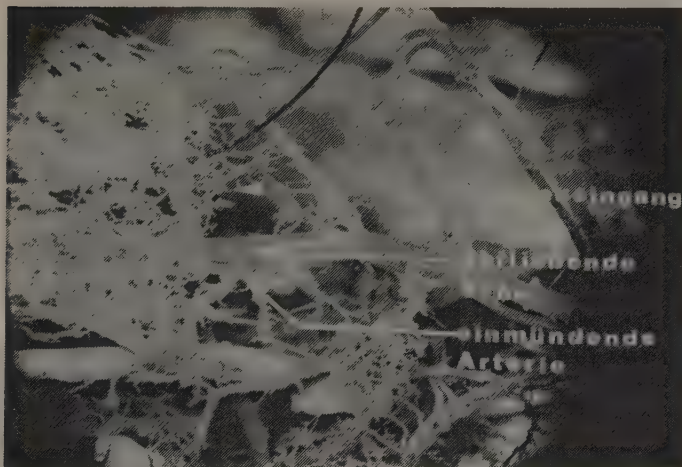


Abb. 21 Operationsmikroskopisches Photo (6fache Vergrößerung)

Lappeneingang mit einmündender Arterie und abfließender Vene als essentielle Versorgung

2.2.2: DIE BEDECKENDE HAUTSCHICHT

Die den Lappen bedeckende Hautschicht hatte mit den aneinanderliegenden Panniculi carnosi von Lappen und bedeckender Haut keinerlei Verbindung untereinander (Abb. 22, siehe unten).

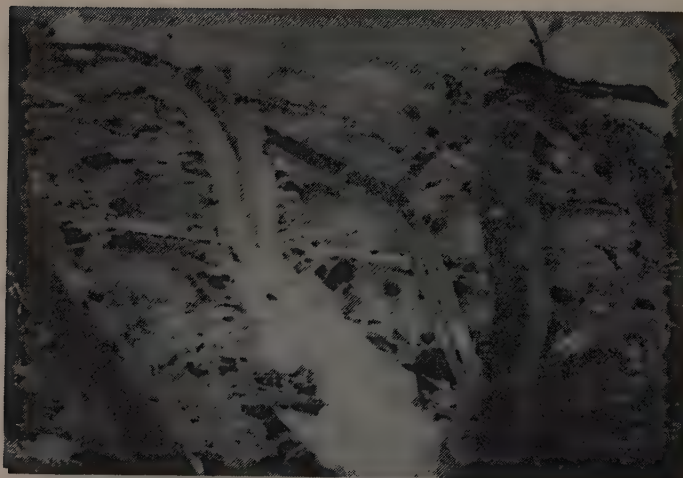


Abb. 22 Operationsmikroskopisches Photo (10fache Vergrößerung)

Keinerlei Verbindung der Gefäßsysteme der bedeckenden Haut und des darunterliegenden Hautschlauches

2.2.3. DIE UMSCHLAGSNAHT

An der Umschlagsnaht des Lappeneingangs fand man hin und wieder Gefäße, die über den Eingang bzw. Ausgang sich an der Gefäßversorgung des innenliegenden Lappens beteiligten (Abb. 23 und 24, siehe unten).

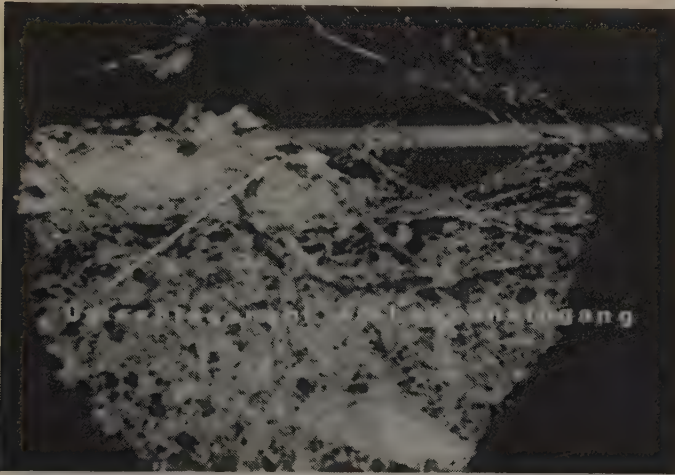


Abb. 23 Operationsmikroskopisches Photo (6fache Vergr.)
Umschlagsnaht am Lappeneingang (seitlich)

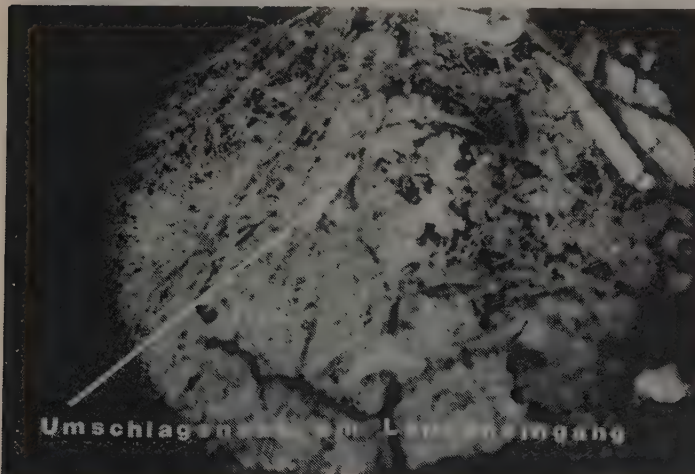


Abb. 24 Operationsmikroskopisches Photo (6fache Vergr.)
Umschlagsnaht am Lappeneingang (von oben)

2.2.4. ANZAHL UND SPROSSUNG DER GEFÄSSE

In Abgrenzung zur übrigen Haut fand man im Lappen eine intensivere Gefäßversorgung, d. h. die Anzahl der Gefäße 2. und 3. Ordnung pro cm^2 war größer. Die Sprossung der Gefäße 3. Ordnung richtete sich in das Lappenlumen (Abb. 25 und 26, siehe unten).

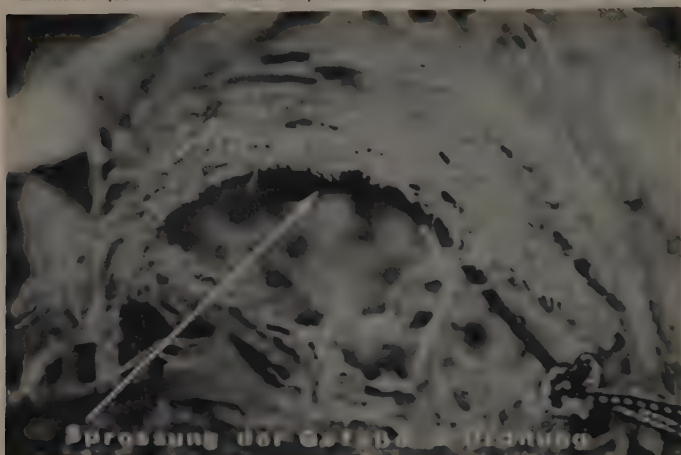


Abb. 25 Operationsmikroskopisches Photo (20fache Vergr.)
Sprossung der Gefäße 3. Ordnung, ins Lumen gerichtet

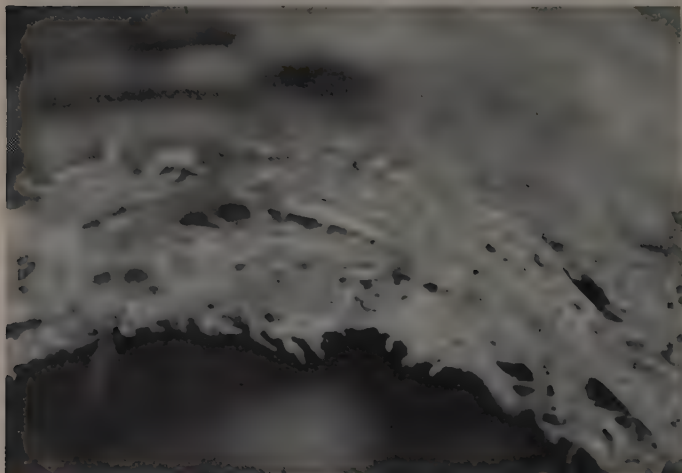


Abb. 26 Operationsmikroskopisches Photo (40fache Vergr.)
Sprossung der Gefäße, ins Lumen gerichtet
(40fache Vergr.)

2.2.5. GEFÄSSE IN EINEM KLINISCH ENTZÜNDETEN NARBEN- BEREICH

Ein einzelnen Ausgußpräparat mit vorher sichtlichen Zeichen der Entzündung im Narbenbereich eines Lappenußes zeigte ebenfalls eine größere Anzahl von Gefäßen 2. und 3. Ordnung (Abb. 27, siehe unten).

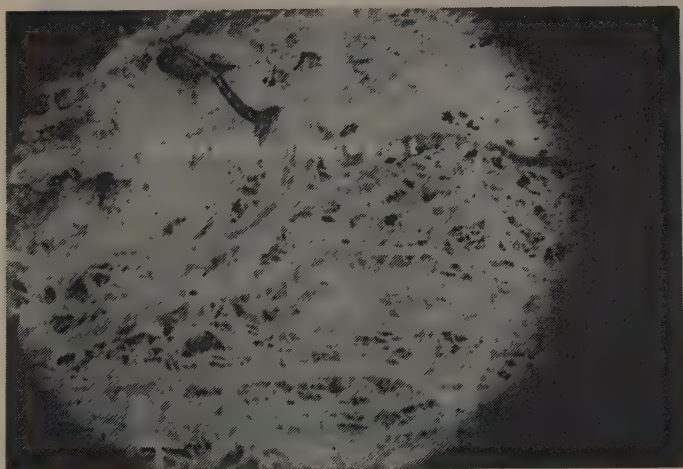


Abb. 27 Operationsmikroskopisches Photo (20fache Vergrößerung)

Ausgußpräparat mit vorher klinischen Zeichen einer Entzündung vor dem Lappeneingang

2.2.6. VERSEIFUNGSRÜCKSTÄNDE

Nicht vollständig verseiftes Gewebe zeigte einerseits teilweise mazerierte Korrosionspräparate und andererseits die mit dem Präparat verklebte Seife (Abb. 28, siehe unten).

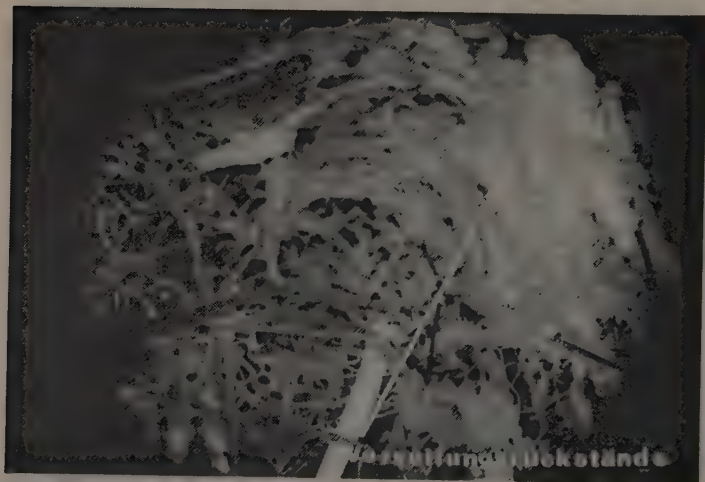


Abb. 28 Operationsmikroskopisches Photo (6fache Vergrößerung)

Ausgußpräparat der Lappengefäße neben noch nicht vollständig verseiftem Gewebe

2.3. RASTERELEKTRONENMIKROSKOPISCHE ERGEBNISSE

2.3.1. EINSPROSSEN DER GEFÄSSE 3. ORDNUNG

Das schon mikroskopisch sichtbare Einsprossen von Gefäßen 3. Ordnung in das Lappenlumen wurde in der Abb. 29 (siehe unten) noch einmal mit der rasterelektronischen Auswertung der Strukturoberfläche gezeigt. Außerdem war das physiologische Ordnungsprinzip zu sehen.

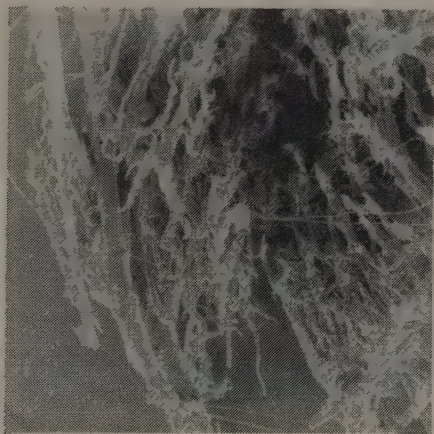
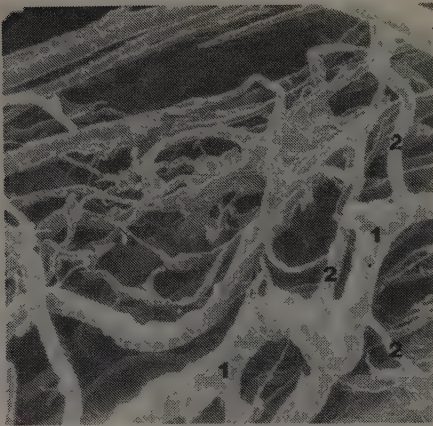


Abb. 29 Rasterelektronenmikroskopisches Bild
Einsprossen der Gefäße 3. Ordnung

2.3.2. RÄUMLICHE VERHÄLTNISSE DER HAUTGEFÄSSE UND DIFFERENZIERUNG DER ANDEREN GEFÄSSE

Abb. 30 (siehe unten) zeigt die Lage und den Verlauf von Hautgefäßen durch räumliche Abbildung. Besonders gut kann hier das Abzweigen von Minorgefäßen aus den Maiorgefäßen demonstriert werden (vgl. Abb. 12, Seite 28).



- 2 Minorgefäß -
Typ 1 b
- 1 Maiorgefäß -
Typ 1 a

Abb. 30 Rasterelektronenmikroskopisches Bild
Differenzierung zwischen Maior- und Minorge-
fäßen und die räumlichen Verhältnisse der
übrigen Hautgefäße

2.3.3. AUSSENFLÄCHE DES INVERTIERTEN RUNDSTIEL- LAPPENS

Ein von der Außenfläche des invertierten Rundstiellappens aufgenommenes präkapilläres Stromgebiet zeigte ausgeprägte Gefäßausgüsse. Der Gefäßdurchmesser entsprach dem Klassifikationstyp 2. Ordnung (Abb. 31, siehe unten).

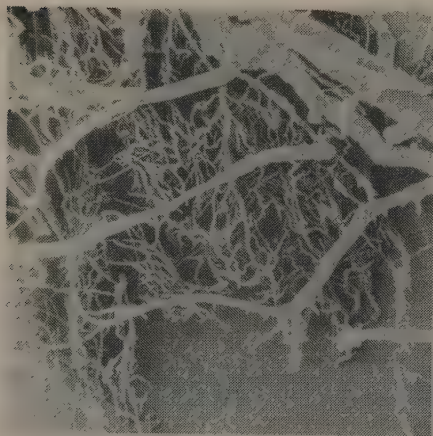


Abb. 31 Rasterelektronenmikroskopisches Bild
Präkapilläres Stromgebiet mit Gefäßen 2. Ordnung an der Außenfläche des invertierten Rundstiellappens

2.3.4. KAPILLARE

Durch variable Vergrößerung war es möglich, eine Kapillare (Gefäß 3. Ordnung) aufzunehmen, wobei eine Vergrößerung von 220fach gewählt wurde. Abb. 32 (siehe unten) zeigt das Rasterelektronenbild, dem über Umrechnungsfaktoren eine Eichmarke von 100 μm eingezeichnet wurde.

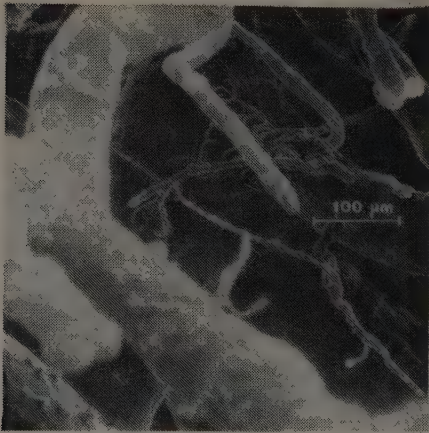


Abb. 32 Rasterelektronenmikroskopisches Bild
Kapillare in Bildmitte, Gefäßdurchmesser 5 μm ,
Vergrößerung 220fach

2.3.5. KRISTALLINES SALZ AN DER AUSSENFLÄCHE VON GEFÄßSEN

Am Rande der für uns wichtigen Ergebnisse sei noch auf einen Nebenfund verwiesen.

Abb. 33 (siehe unten) zeigt kristallines NaCl in typischer Würfelform.

Nach Auskunft des wissenschaftlichen Assistenten des paläontologischen Institutes, Dr. Tietz, vollzieht sich eine Salzkristallisation nach Wasserentzug.

Durch unsere NaCl-Spülung des Gefäßsystems vor der Kunststoffüllung und daran anschließender Injektion mit Technovit wird H_2O durch das Endothel der Gefäße verdrängt, wobei es nach Überschreiten des Löslichkeitsproduktes zur Kristallisation kam.

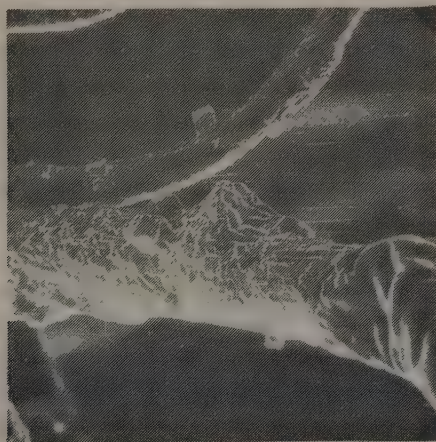


Abb. 33 Rasterelektronenmikroskopisches Bild
Kristallines NaCl in Würfelform auf der Oberfläche der Gefäßpräparate

E. DISKUSSION

1.0. DER WERT DER INJEKTIONS-KORROSIONSTECHNIK

Obwohl es eine große Anzahl von tierexperimentellen Untersuchungen über die Blutzirkulation in Lappenplastiken gibt, vermißte man bisher dennoch eine komplette anatomisch-topographische Darstellung der Gefäßsysteme. Es war nicht möglich, einen experimentell angelegten Hautlappen stereoskopisch zu betrachten, um Gesetzmäßigkeiten im arteriellen und venösen Verhalten mit der den Lappen umgebenden Haut zu erkennen.

Man konnte nur über Radioisotopenversuche (8) und Vitalfarbstoffteste (37) die Gefäßsysteme in Hauttransplantaten angiologisch beurteilen.

Mit der Injektions-Korrosionstechnik ist es möglich, die Gefäßverläufe einer gesamten Hautregion für sich, oder aber mit einer Lappenplastik topographisch und anatomisch darzustellen und die Verläufe von Arterien und Venen differenziert und in ihrer räumlichen Zuordnung untereinander zu zeigen.

Alle bisherigen Tests wie die Beurteilung der Durchblutung nach der Hautfarbe (59), der Kompressionstest (20), die Hauttemperaturteste (38), der Torquierungstest (7), die Pharmakologischen Tests (26) und die metabolischen Tests (81) waren nur in der Lage, gezielt einzelne Fragen der Vaskularisation und Durchblutung zu prüfen.

Die Injektions-Korrosionsmethode wird heutzutage von Anatomen, Präparatoren und Biologen zur Darstellung gefäßreicher Objekte verwendet, wobei die verschiedensten

Injektionsmassen und Flüssigkeiten zur Anwendung kommen (Tab. 2 nach STEINMANN, Seite 87). So ist man in der Lage, sogar feinste Gefäße bis zu einer Größenordnung unter 10 μ m darzustellen. Mit den erarbeiteten Grundlagen über die Gefäßanatomie der Kaninchenhaut sind Voraussetzungen für die weitere Erforschung des invertierten Rundstiellappens geschaffen worden.

2.0. MATERIAL UND METHODE

2.1. AUSWAHL DER LABORATORIUMSTIERE

Wenn man in der plastischen Chirurgie die Überlebensfähigkeit neuartiger Hautlappenkonstruktionen testen will, ist man auf Tierversuche angewiesen. Bei der Auswahl eines geeigneten Versuchstieres muß die unterschiedliche Gefäßversorgung der Haut bei den verschiedenen Tierarten berücksichtigt werden.

Die schematische Darstellung der Gefäßversorgung der Haut der "loose skin" und "fixed skin" animals nach DANIEL und WILLIAMS (119) (Abb. 34, siehe unten) weist auf die hautanatomischen Unterschiede hin.

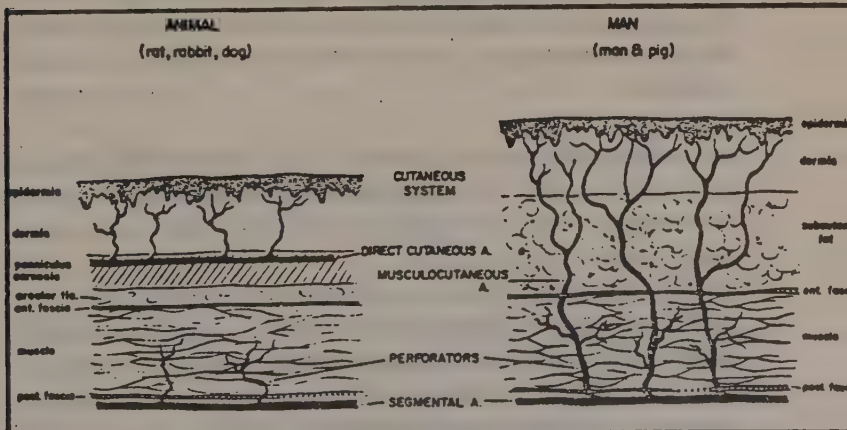


Abb. 34 Schematische Darstellung der Gefäßversorgung der Haut der "loose skin" und "fixed skin" animals nach DANIEL und WILLIAMS (119)

So zeigt ein "loose skin"-Labortier, wie etwa die Ratte, der Hund und das Kaninchen, eine muskulo-cutane Bindegewebsschicht, die als Panniculus carnosus bezeichnet wird, in der Hauptgefäße verlaufen, die für die primäre Versorgung der Haut die wichtigsten sind. Bei den "fixed skin" animals wie etwa beim Schwein und beim Menschen wird die Haut primär die Segmentarterien mit Blut versorgen.

Obwohl das für tierexperimentelle Versuche gezüchtete Miniaturschwein für Hautversuche interessant wäre, wie es MILTON (133, 134), MYERS ET CHERRY (140), DANIEL ET WILLIAMS (119), VAN SCOTT (150), PERS (145), PATTERSON (87), BARON ET HORTON (115), BUSTARD ET MC CIELLAN (118), FORBES (121), GLINZ ET CLODIUS (124), KERNAHAN ZINGG ET KAY (126), ORDMANN ET GILMAN (143), SAJITZ (88) und HOSSENFELDER (57) aufzeigten, war es für den speziellen Versuchsablauf mit einer großen Anzahl Versuchstiere aus Kostengründen abzulehnen, im Erprobungsstadium einer neuen Methode Schweine zu nehmen.

Bevor wir uns für das Kaninchen als Versuchstier entschieden, erörterten wir das Für und Wider von Hund, Katze und Kaninchen anhand anderer tierexperimenteller Arbeiten.

Mit Hunden arbeiteten GERMAN (123), FINESILVER ET DAVIS (123), MYERS ET CHERRY (139), FUGINO (122), DOUGLAS ET BUCHHOLZ (38), DOUGLAS ET MILLIKAN (120) und GOLDWAYN, LAMB ET WHITE (125).

Für Kaninchen als Versuchstiere entschieden sich: CONWAY, STARK ET DOCKTOR (26), STARK (148), MUSTARDE (79), MYERS ET CHERRY (140), MYERS ET DONOVAN (141), GOULLIAN (46), BELLMAN ET VELANDER (116), KIEHN ET DEPREZ (127) und OHMORI ET KURATA (83).

Ratten hingegen nahmen PALMER, JURELL ET NORBERG (144), KOEHNLEIN ET LAMPERLE (130), MYERS ET CHERRY (140), MC FARELANE, DE YONG ET HENRY (132), BILLER (117), KORLOF ET UGLAND (131) und ADAMSON, HORTON, CRAWFORD ET AYERS (114).

Bei den Kaninchen konnte man sehr leicht und problemlos an einer Flanke den invertierten Rundstiellappen anlegen. Ferner war es sehr einfach, präparativ die Vorbereitungen für den Injektionsvorgang zu treffen und die anschließende Injektion durchzuführen.

Korrosionstechnisch hatte das Kaninchen die noch gerade zulässige Größe, um in ein Mazerationsbad getaucht werden zu können.

Hund und Ratte erfüllten die Voraussetzungen für tierexperimentelle Serienversuche nicht. Da die Anlage des invertierten Rundstiellappens in einer Länge : Breite-Relation von 2 : 1 erfolgen sollte, hätte sich bei der geringen Flankenoberfläche der Ratte der Lappen nicht anlegen lassen. Der Hund hingegen hätte, größer als das Kaninchen, nicht ins Mazerationsbad hineingepaßt. Wir hatten für den Mazerationsvorgang nämlich schon den größten Wärmeschränk, der eine Wanne mit Mazerationslösung, maximal für die Größe eines Kaninchens, aufnehmen konnte.

2.2. DURCHFÜHRUNG DER OPERATIONEN

2.2.1. ANÄSTHESIE

In der Literatur werden für die Injektionsnarkose beim Kaninchen vorgeschlagen: Xylazin^R (Rompun; Bayer) von WHITE ET HOLMES 1976 (107), Ketamin^R von WEIBROTH ET AL.

1972 (107), Diazepam^R (Valium; Roche) und Fenatyl^R und Fluanison^R (Hypnorm; Jansen) von GREEN 1976 (10) und Nembutal^R (Pentobarbital; Abbot) von KASTENBAUER ET REICHERT (64).

Das Narkotikum der Wahl beim Kaninchen war das Nembutal^R (Pentobarbital-Natrium), das wegen seiner tiefen Anästhesie auch von TOBER-MEYER (107) vorgeschlagen wird.

Bei dem operativen Anlegen des invertierten Rundstiel-lappens und der späteren Präparation der Abdominalorgane handelte es sich um länger dauernde Eingriffe, so daß die Anästhesie in einer Allgemeinnarkose erfolgen mußte. Die Dosierung richtete sich nach dem Körpergewicht. Trotzdem waren verfrühte oder verspätete Wirkungseintritte festzustellen. Bei mehr als 1 Stunde dauernden Eingriffen und dem Nachlassen der Narkosetiefe mußte Nembutal^R nachinjiziert werden.

Obwohl sich für längere Operationen eine Inhalationsnarkose mit Äther-Luft oder Fluothane-Sauerstoffgemisch in Form einer Intubationsnarkose anbieten würde, blieben wir bei der Allgemeinnarkose mit Nembutal^R. Die Injektion konnte von uns selbst durchgeführt werden, wohingegen wir bei der Intubationsnarkose noch zusätzlich ein Narkosegerät und zur Bedienung des Gerätes einen Anästhesisten gebraucht hätten.

Bei der vorsichtigen Anästhesie mit Nembutal^R gab es keinerlei operative oder postoperative Komplikationen.

2.2.2. ANLEGEN DES INVERTIERTEN RUNDSTIELLAPPENS

Der invertierte Rundstiellappen wurde nach paralleler Incision der Haut in einem Länge : Breite-Verhältnis von 2 : 1 an einer lateralen thorako-abdominellen Hautregion des Kaninchens angelegt.

Denn es hatte sich nach der gefäßanatomischen Grundlagenforschung (Abb. 15 - 18, Seiten 43 - 44) herausgestellt, daß die für die Ernährung des Lappens wichtigen Gefäße lateral in cranial-caudaler Richtung verliefen. So wurde für den Lappen eine gute Voraussetzung geschaffen, postoperativ ausreichend ernährt zu werden.

Es wurde bei der Operation außerdem noch darauf geachtet, daß ein großes Hautgefäß, wie etwa vom Typ 1 a (Maiorgefäß) (Abb. 11 und 12, Seite 28), über den Lappenfuß in das Transplantat hineinreichte.

Obwohl bei der Versenkung des Lappens unter die Haut (Abb. 7 und 8, Seite 17) leichte Zugspannungen an den oberflächlichen Wundrändern auftraten, kam es nur selten zu Nahtdehiszenzen.

In der Wundheilungsphase konnte man hin und wieder beobachten, daß die Tiere sich mit ihren Pfoten im Narben- und Wundbereich kratzen wollten. Die Region des Lappens war jedoch so, günstig gewählt, daß sie für die Pfoten der Tiere unerreichbar war. Deshalb sahen wir auch keine Infektionen an der Haut und im Narbengebiet, die die Wundheilung behindert hätten.

2.3. VORVERSUCHE MIT KUNSTSTOFFEN UND VASODILATATOREN

2.3.1. VORVERSUCHE MIT KUNSTSTOFFEN AN VERSCHIEDENEN GEFÄSSYSTEMEN

Die gefäßanatomischen Besonderheiten der Kaninchenhaut stellten uns vor das schwierige Problem, den Kunststoff zu finden, mit dem man das Gefäßsystem der Kaninchenhaut und des Lappens hätte darstellen können. Da sich der Kunststoff nach seiner Gebrauchsanleitung wegen der kurzen Verarbeitungszeit für unsere Versuchsanordnung als ungeeignet erwiesen hatte, war es notwendig, andere Zusammensetzungen von Kunststoff und Härter zu suchen.

An den Gefäßsystemen von Rinderplacenten, Ratten und Zwergkaninchen wurde dann getestet, ob man auch feinste Gefäße über eine große Distanz darstellen könne. Unter einen Operationsmikroskop konnte man über einen längeren Zeitraum das Fließen oder das Sistieren des Kunststoffes beobachten.

Mit den Vorversuchen wurde erreicht, nachdem durch Manipulation an der Zusammensetzung des Kunststoffes eine blutähnliche Viskosität über eine ausreichende Zeit erzielt wurde, eine umfassende Darstellung des arteriellen und venösen Gefäßsystems der Kaninchenhaut, sowie einzelner Bereiche, die zuvor plastisch chirurgisch verändert wurden, zu erhalten.

2.3.2. VORVERSUCHE MIT VASODILATATOREN

BRENNER, CREDNER ET GRAEBNER (19) beschreiben in ihrer Arbeit über Pharmakologie, Toxikologie und Biochemie von Xantinol-Nicotinat, daß dasselbe Pharmakon bei der

Pharmakodynamik des Kreislaufes und des Gefäßsystems tierspeziesabhängig in Wirkungsweise, Dosierung, Wirkdauer, therapeutischer Breite und im Abbaumechanismus wirken. Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführte breite Palette der Vorversuche zur Testung der besten Dilatorwirkung an peripheren Gefäßen kann hier nur speziell für Kaninchen und unter den besonderen Parametern bzw. der besonderen Methodik bei der Kunststoffinjektion berücksichtigt werden.

Die ausgewerteten Ergebnisse der Vorversuche (Abb. 42, Seite 80) beweisen, daß Niconacid^R in dieser Versuchsserie die beste und konstanteste Vasodilatatorenwirkung zeigte. Es wurde deshalb bei jeder Darstellung der Gefäßsysteme verwendet.

3.0. DARSTELLUNG VON GEFÄßEN MIT TECHNOVIT 7001

3.1. DAS KORROSIONSPRÄPARAT AUS TECHNOVIT + 0,25 % HÄRTER

3.1.1. ANWENDUNG UND ERGEBNISSE

Mit den detaillierten anatomischen und tierexperimentellen Arbeiten nach der Injektions-Korrosionsmethode von SCHLÜTER (92, 93), SCHUMMER (95), NOTERMANS (142), STEINMANN ET EHRSAM (149), VOLLMERHAUS ET HEGNER (110), CORSO (33), LENZ (71), GUSE ET WANG ((151), SCHÄFER ET AL. (147), KOBOLD (129), KNEBEL (151), HEGER ET AL. (55), TOMPSETT (108) und MURAKAMI (77, 78, 135, 136, 137) waren Möglichkeiten aufgezeigt, das Gefäßsystem von Tieren darzustellen.

Die Ausgußpräparate der Kaninchenhaut und des invertierten Rundstiellappens sind der Beweis dafür, daß es auch möglich ist, Gefäßkorrosionspräparate der Haut des Kaninchens herzustellen. Aus Technovit + 0,25 % Härterzusatz ist nach Injektion und Mazeration ein Gebilde von Gefäßen entstanden, das sehr eindrucksvoll, makroskopisch, mikroskopisch und auch rasterelektronenmikroskopisch, die Ordnung und Klassifikation im dreidimensionalen Raum zeigt.

Besonders erwähnenswert ist auch die Tatsache, daß die Gefäße nach arteriellem und venösem System getrennt dargestellt werden konnten. Das war dadurch möglich, daß wir das arterielle und venöse Gefäßsystem über unterschiedliche Injektionswege, rot und blau angefärbt, füllten.

Es gab keinen Hinweis dafür, daß das Technovit von sich aus die Gefäßwände zerstörte. Wenn es aber trotzdem zu Extravasatbildungen kam, war es darauf zurückzuführen, daß durch den zu hohen intravasalen Druck, der zur Injektion notwendig war, ein Gefäß rupturierte.

3.1.2. SCHRUMPFUNGSVERHALTEN

Das Schrumpfungsverhalten von Technovit, das vom werkstoffkundlichen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg für eine definierte Menge mit 18 % angegeben war, konnte bei der Fragestellung, Gefäßsysteme darzustellen, unberücksichtigt bleiben.

In den Vorversuchen war es jedoch notwendig, über statistische Erhebungen den Durchmesser verschiedener Gefäße auszumessen und die Anzahl von Gefäßen pro cm^2 auszuzählen, um die beste Wirkung eines Gefäßdilatators beurteilen zu können.

Deshalb muß man darauf verweisen, daß diese Werte nicht absolute Größen (mm) darstellen und nur im Rahmen der begrenzten Fragestellung einen Aussagewert haben.

Wie unterschiedlich Technovit schrumpft, soll am rasterelektronenmikroskopischen Bild vom Leberparenchym des Kaninchens gezeigt werden (Abb. 35, siehe unten).



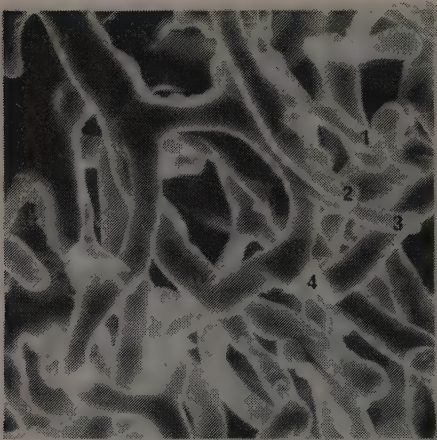
Abb. 35 Rasterelektronenmikroskopisches Bild des Leberparenchyms des Kaninchens mit deutlichen Schrumpfungszeichen

3.1.3. BRUCHSTELLEN

Während der Mazeration konnte man es nicht verhindern, daß bei der Umwandlung von organischem Gewebe in Seife kleinste Ausgußteilchen abbrachen. Je größer die Verseifungsrückstände waren, umso mehr konnte ihr Gewicht Gefäßverläufe zerstören. Besonders gefährdet waren jedoch die Kapillargefäße.

Das rasterelektronenmikroskopische Bild liefert den Beweis (Abb. 36, siehe unten).

Obwohl man während des Spülens häufig kleine Fragmente von Gefäßstrukturen fand, wurde dadurch die Aussagekraft der Ausgußpräparate nicht beeinträchtigt.



- 1 = Bruchstelle
- 2 = Bruchstelle
- 3 = Bruchstelle
- 4 = Bruchstelle

Abb. 36 Rasterelektronenmikroskopisches Bild mit Bruchstellen kleinster Gefäße im Ausgußpräparat

3.2. DIE GEFÄSSSYSTEME DER KANINCHENHAUT VOR UND NACH ANLAGE EINES INVERTIERTEN RUNDSTIELLAPPENS

3.2.1. DIE GEFÄSSANATOMIE DER KANINCHENHAUT

Da das Kaninchen für plastisch-chirurgische Experimente an der Haut ein besonders bevorzugtes Versuchstier ist, hätte man jedoch erwarten können, daß bereits die gefäßanatomischen Verhältnisse der Haut in toto abgeklärt sind. Hingegen lag nur eine schematische Darstellung der Haut von "loose skin" und "fixed skin" animals von DANIEL und WILLIAMS (Abb. 34, Seite 59) vor.

Obwohl wir ein intensives Literaturstudium betrieben und auch persönlich Zoologen und Anatomen um Unterstützung baten, erhielten wir keinerlei Hinweise.

Das veterinäranatomische Institut der Universität München verwies uns hingegen auf zwei Arbeiten von HOSSENFELDER und SAJITZ, die aber die Hautgefäße am Göttinger Miniaturschwein beschrieben haben.

Zur Anlage des invertierten Rundstiellappens war es schon wichtig zu wissen, wie die Haut des Kaninchens versorgt werde, ob die Gefäße der Haut segmental aus der Tiefe der Muskelschichten hervorkamen, und wie intensiv die Versorgung der Haut mit Blut war.

Ohne Klärung dieser Fragen hätte man vorab keine Grundlagen gehabt, die Überlebensfähigkeit des invertierten Rundstiellappens einzuschätzen.

Immerhin ist es doch erstaunlich, daß von den vorderen Extremitäten (Abb. 15, Seite 43) jeweils in der Axillargegend, von den hinteren Extremitäten (Abb. 17, Seite 44) jeweils in der Sacro-Femoral-Region und aus der Nierenarterie (Abb. 20, Seite 46) die gesamte Kaninchenhaut arteriell und venös versorgt wird.

In einem unterschiedlichen Abstand von der Wirbelsäule verlaufen die Hauptgefäße in cranialer-caudaler Richtung (Abb. 18, Seite 44). Im weiteren Verlauf zweigen sie sich auf und zeigen nachgeordnet eine besondere Aufteilung (Abb. 15, Seite 43).

In BARONE (Atlas d'anatomie du lapin), einem Standardwerk von Zoologen, fanden wir als einzigen Hinweis für die Gefäßversorgung der Kaninchenhaut die Abzweigung der Arteria thorakodorsalis aus der Nierenarterie. Es kann durch unsere Injektions-Korrosionspräparate der Kaninchenhaut dieser Hinweis insoweit ergänzt werden, daß die Arteria thorakodorsalis die Rückenmuskulatur des Kaninchens durchzieht und sich im Panniculus carnosus aufzweigt. Funktionell bildet diese thorako-abdominale Region mit diesen Gefäßen Anastomosen mit den Systemen der thorakalen und sacro-femorale Hautregionen.

Die Ergebnisse, die hier durch die Injektions-Korrosionsmethode über die Anatomie der Kaninchenhaut gewonnen werden konnten, waren gleichzeitig eine wichtige Grundlage für die Anlage des invertierten Rundstiellappens.

3.2.2. DIE ANGIOSTRUKTUR DES INVERTIERTEN RUNDSTIELLAPPENS UND SEINER ANGRENZENDE HAUTBEZIRKE

Im Vergleich mit der umgebenden Haut gab es im invertierten Rundstiellappen eine charakteristische Grundstruktur von Gefäßen, wobei sogenannte Maiorgefäße (Abb. 11, Seite 28) in der Tiefe des Lappens in Längsrichtung, Minorgefäße (Abb. 11, Seite 28) um die Achse des Lappens verliefen und die Gefäße 2. und 3. Ordnung

in das Lumen des Lappens gerichtet waren. So zeigte die kontralaterale Haut des Kaninchens, an der kein Lappen angelegt wurden war, daß sie weniger Gefäße pro cm^2 vom Typ 2. und 3. Ordnung aufwies als eine vergleichbare Region im invertierten Rundstiellappen.

Eine quantitative Aussage über den Gefäßdurchmesser (mm) und die Anzahl der Gefäße pro cm^2 konnte man nicht machen, da vor der Injektion mit Technovit ein Vasodilatator (Niconacid^R) die Gefäße weitstellte und während des Füllungsvorgangs großer Injektionsdruck notwendig war, auch die kleinsten Gefäße zu füllen. Umgekehrt fand auch eine Schrumpfung statt (Abb. 35, Seite 67).

Im Bereich des Lappenfußes mit arteriellem Einstrom und venösem Ausstrom fand man regelmäßig die parallel anliegenden großen Gefäße (Abb. 21, Seite 47).

Besonders auffällig war die Zunahme der Gefäße 2. und 3. Ordnung um ein Vielfaches direkt hinter dem Lappeneingang. Damit kam die intensivere Blutversorgung des Lappens deutlich zum Ausdruck.

Ob nach Anlage des invertierten Rundstiellappens die Gefäßneubildung durch Hyperämie oder durch eine postoperative entzündliche Phase entsteht, kann mit einem Injektions-Korrosionspräparat nicht geklärt werden. Was uns jedoch bei einem Tier mit Entzündungszeichen im Narbengebiet der normalen Haut nach Füllung mit Technovit auffiel, war, daß die Haut Kapillariserungszeichen in Form neu gebildeter Gefäße vom Typ 2. und 3. Ordnung zeigte (Abb. 27, Seite 51).

Wenn man alle bisherigen Veröffentlichungen über die Vaskularisierung der verschiedenen Hautlappen in der plastischen Chirurgie betrachtet, muß man feststellen,

daß mitunter nur Teilbereiche von Lappen, ohne jegliche räumliche Lage der Gefäße, ohne Gefäßtypisierung und ohne irgendeine makroskopische Differenzierung von Arterien und Venen bekannt waren. Auch die Versuche von STARK und DE HAAN sowie STURRMANN und TERRY mit Vinylacetat am Rundstiellappen brachten nicht die Darstellung wie beim invertierten Rundstiellappen.

Die vorliegende Angiostruktur des invertierten Rundstiellappens und seiner angrenzenden Hautbezirke zeigt die komplette Darstellung des Lappens mit den umgebenden Hautarealen. Ferner wurde stereoskopisch die räumliche Anordnung der verschiedenen Gefäßtypen und die makroskopisch exakte Differenzierung von Arterien und Venen mit der topographischen Zuordnung dargestellt. Sogar die mikroskopische und rasterelektronenmikroskopische Auswertung von Gefäßen der Haut und des invertierten Rundstiellappens konnte durchgeführt werden und brachte weitere Erkenntnisse (Abb. 29 - 33, Seiten 53 - 57).

F. ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit ist mit einer Injektions-Korrosionsmethode ein neuer Weg beschrieben worden, die Angiostruktur der Kaninchenhaut zu untersuchen und die Veränderungen der Gefäße nach Anlegen eines Hautlappens zu registrieren.

Vorversuche waren notwendig, um eine standardisierte Methode in den Serienversuchen anwenden zu können. Als Korrosionsmasse kam der polymerisierende Kunststoff Technovit 7001 der Fa. Kulzer in einer Härtermischung von 0,25 % zur Anwendung. Dieses Polymethylmethacrylat war beim Mazerationsvorgang laugenbeständig. Physikalische und chemische Besonderheiten der Strömung in den Gefäßen und des Reaktionsverhaltens des Kunststoffes erforderten weitere methodische Versuche.

Als Vasodilatator kam Niconacid^R zur Anwendung; dieses Pharmakon war für die periphere Weitstellung der Gefäße das Mittel der Wahl.

Eine besondere Präparationsmethode aus Gründen der Volumensparnis und wegen des exakten Einbindens der Injektionskatheter war notwendig.

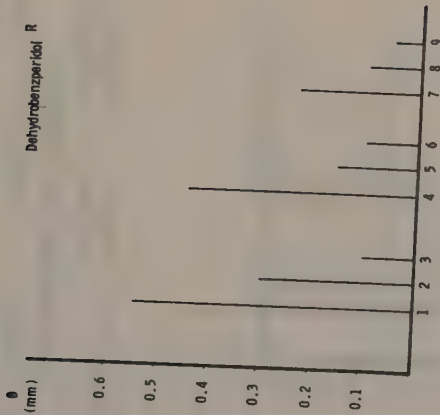
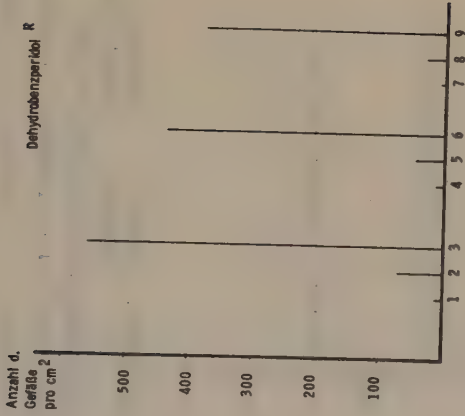
Die Gefäßanatomie der Kaninchenhaut zeigte in drei Hautregionen besondere Verläufe und unterschiedliche Ordnungsprinzipien.

Die Besonderheiten des invertierten Rundstiellappens waren der autonome Hautschlauch mit einem eigenen, innenliegenden Gefäßsystem, das über den Lappenfuß Anschluß an das übrige Gefäßsystem der Haut hatte und die intensivere Blutversorgung im Vergleich zur umgebenden Haut.

Rasterelektronenmikroskopische Ergebnisse zeigten den Verlauf und die Größe der Gefäße im Raum. Die Injektions-Korrosionsmethode hat in dieser Arbeit ihre besondere Aussagekraft bewiesen und kann zu den bisher in der plastischen Chirurgie angewandten Methoden zur Erforschung von Vaskularisierung nun auch in Erwägung gezogen werden.

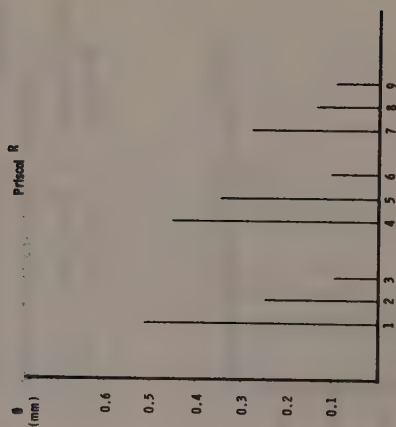
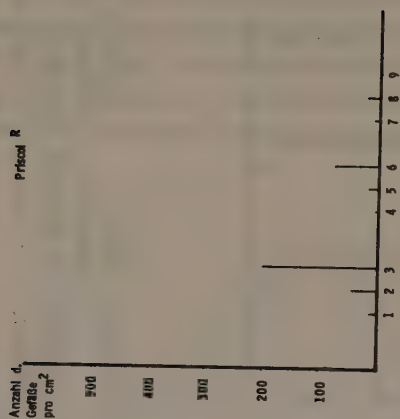
G. ANHANG

Abb. 37



Axill. Reg.	Sacro- fem. Reg.	Thorak.- abdom. Reg.
(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm ²)		
1 = 1bOrd.	4 = 1bOrd.	7 = 1bOrd.
2 = 2.Ord.	5 = 2.Ord.	8 = 2.Ord.
3 = 3.Ord.	6 = 3.Ord.	9 = 3.Ord.

Axill. Reg.	Sacro- fem. Reg.	Thorak.- domin. Reg.
(DURCHMESSER DER GEFÄSSE)		
1 = 1aOrd.	4 = 1aOrd.	7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd.	5 = 1bOrd.	8 = 1bOrd.
3 = 2.Ord.	6 = 2.Ord.	9 = 2.Ord.



Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak. -
abdom. Reg.

(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm^2)

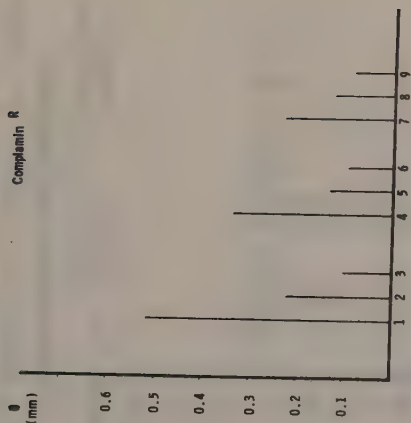
1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
2 = 2.Ord. 5 = 2.Ord. 8 = 2.Ord.
3 = 3.Ord. 6 = 3.Ord. 9 = 3.Ord.

Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak. -
abdom. Reg.

DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
3 = 2.Ord. 6 = 2.Ord. 9 = 2.Ord.

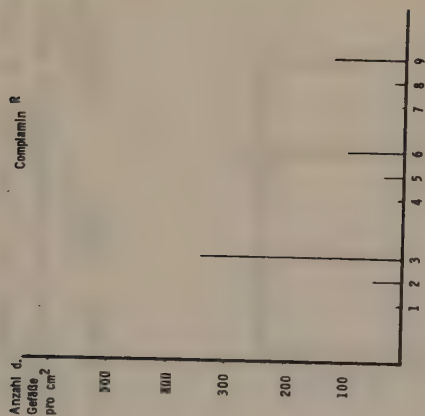
Abb. 39



Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
3 = 2aOrd. 6 = 2aOrd. 9 = 2aOrd.

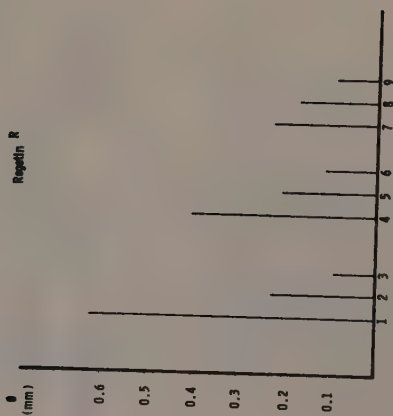
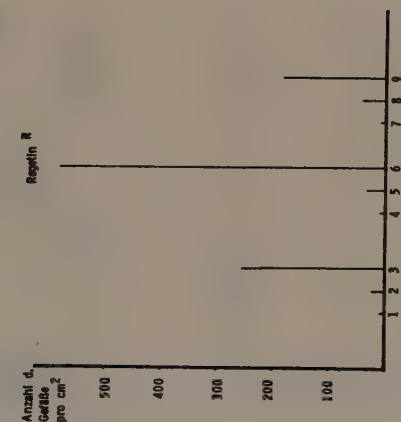


Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm²)

1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
2 = 2aOrd. 5 = 2aOrd. 8 = 2aOrd.
3 = 3aOrd. 6 = 3aOrd. 9 = 3aOrd.

Abb. 40



Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm²)

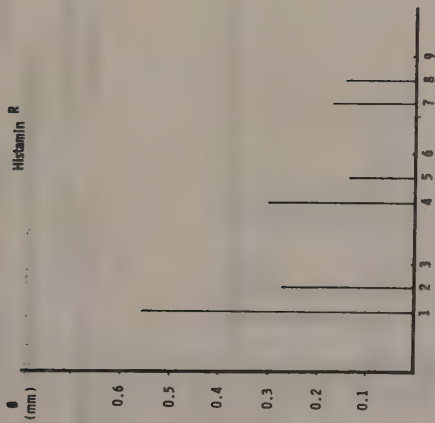
1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
2 = 2.Ord. 5 = 2.Ord. 8 = 2.Ord.
3 = 3.Ord. 6 = 3.Ord. 9 = 3.Ord.

Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
3 = 2.Ord. 6 = 2.Ord. 9 = 2.Ord.

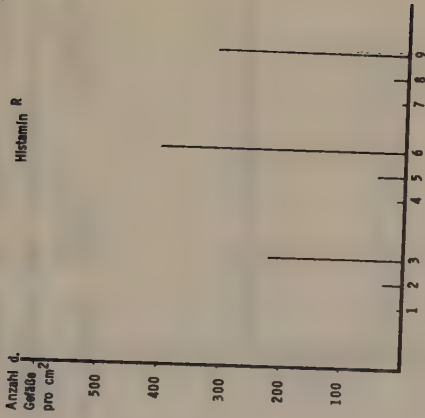
Abb. 41



Axill.Reg. Sacro-
fem.Reg. Thorak.-
abdom.Reg.

(DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

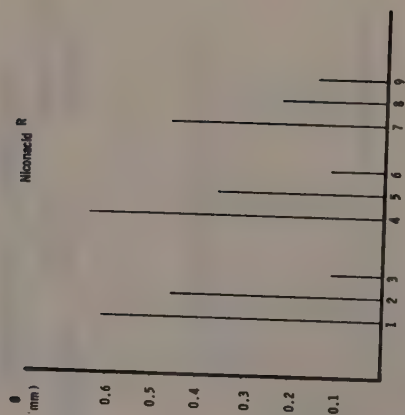
1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
3 = 2.Ord. 6 = 2.Ord. 9 = 2.Ord.



Axill.Reg. Sacro-
fem.Reg. Thorak.-
abdom.Reg.

(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm²)

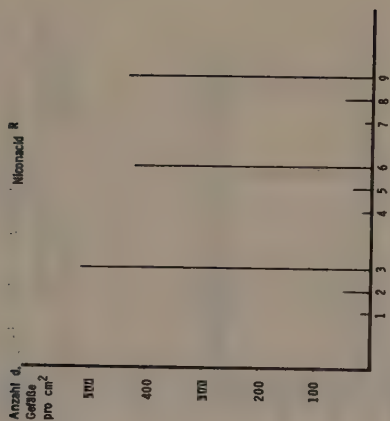
1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
2 = 2.Ord. 5 = 2.Ord. 8 = 2.Ord.
3 = 3.Ord. 6 = 3.Ord. 9 = 3.Ord.



Axill. Reg. Sacro-fem. Reg. Thorak.-abdom. Reg.

(DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
 2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
 3 = 2.Ord. 6 = 2.Ord. 9 = 2.Ord.

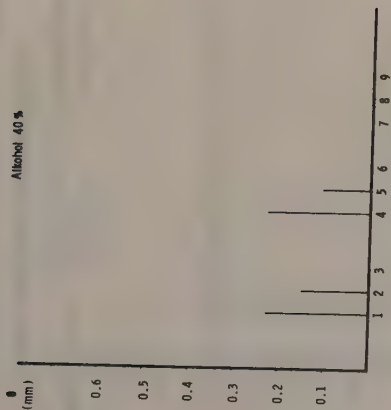


Axill. Reg. Sacro-fem. Reg. Thorak.-abdom. Reg.

(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm²)

1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
 2 = 2.Ord. 5 = 2.Ord. 8 = 2.Ord.
 3 = 3.Ord. 6 = 3.Ord. 9 = 3.Ord.

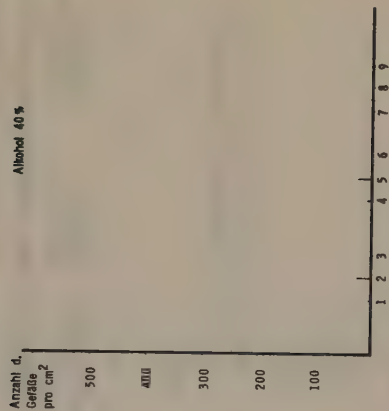
Abb. 43



Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
 abdom. Reg.

DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
3 = 2.Ord. 6 = 2.Ord. 9 = 2.Ord.

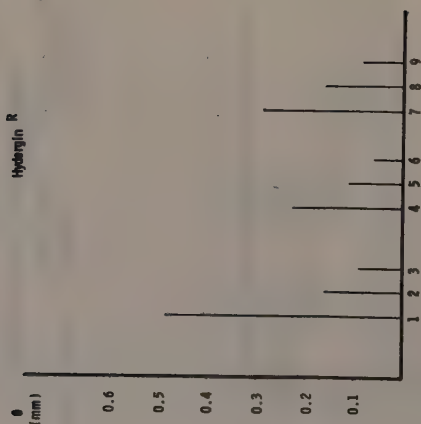
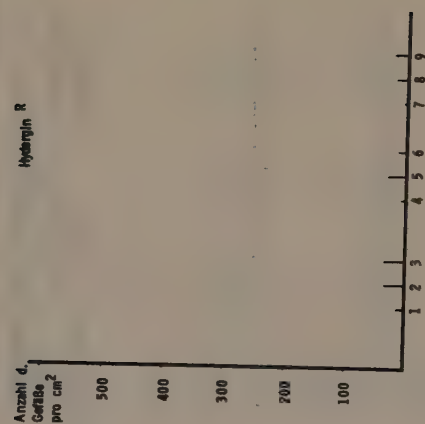


Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
 abdom. Reg.

(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm²)

1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
2 = 2.Ord. 5 = 2.Ord. 8 = 2.Ord.
3 = 3.Ord. 6 = 3.Ord. 9 = 3.Ord.

Abb. 44



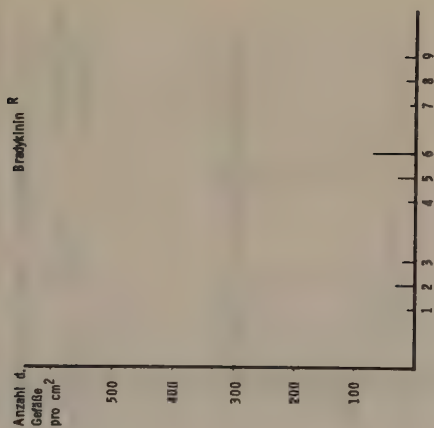
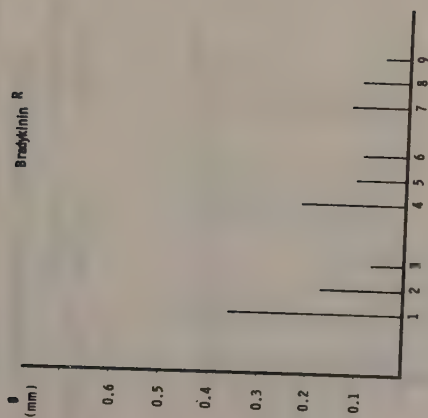
Axill.Reg. Sacro-
fem.Reg. Thorak.-
abdom.Reg.
(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm²)

1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
2 = 2.Ord. 5 = 2.Ord. 8 = 2.Ord.
3 = 3.Ord. 6 = 3.Ord. 9 = 3.Ord.

Axill.Reg. Sacro-
fem.Reg. Thorak.-
abdom.Reg.
(DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
3 = 2.Ord. 6 = 2.Ord. 9 = 2.Ord.

Abb. 45



Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

(DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

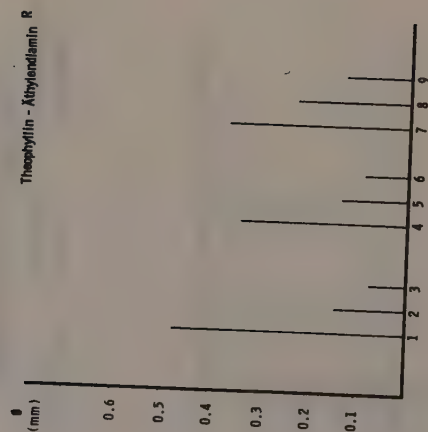
1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
3 = 2.Ord. 6 = 2.Ord. 9 = 2.Ord.

Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm²)

1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
2 = 2.Ord. 5 = 2.Ord. 8 = 2.Ord.
3 = 3.Ord. 6 = 3.Ord. 9 = 3.Ord.

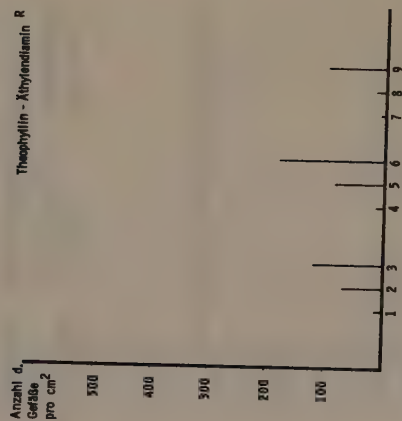
Abb. 46



Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

(DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
3 = 2aOrd. 6 = 2aOrd. 9 = 2aOrd.

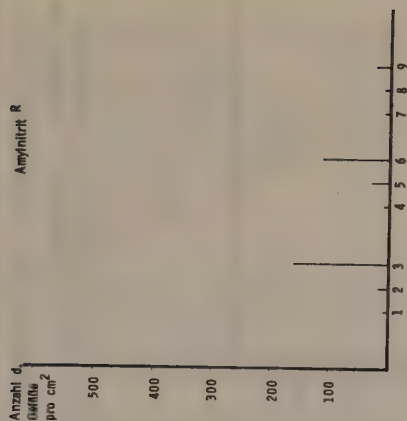
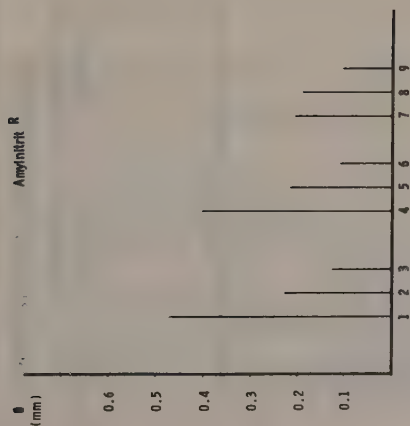


Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm²)

1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
2 = 2aOrd. 5 = 2aOrd. 8 = 2aOrd.
3 = 3aOrd. 6 = 3aOrd. 9 = 3aOrd.

Abb. 47



Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

(DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

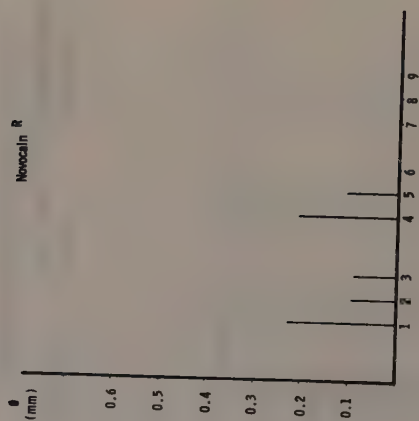
1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
3 = 2.Ord. 6 = 2.Ord. 9 = 2.Ord.

Axill. Reg. Sacro-
fem. Reg. Thorak.-
abdom. Reg.

(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm^2)

1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
2 = 2.Ord. 5 = 2.Ord. 8 = 2.Ord.
3 = 3.Ord. 6 = 3.Ord. 9 = 3.Ord.

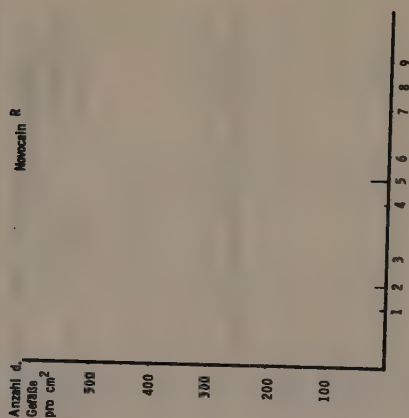
Abb. 48



Axill. Reg. Sacro-fem. Reg. Thorak.-abdom. Reg.

(DURCHMESSER DER GEFÄSSE)

- 1 = 1aOrd. 4 = 1aOrd. 7 = 1aOrd.
 2 = 1bOrd. 5 = 1bOrd. 8 = 1bOrd.
 3 = 2.Ord. 6 = 2.Ord. 9 = 2.Ord.



Axill. Reg. Sacro-fem. Reg. Thorak.-abdom. Reg.

(ANZAHL DER GEFÄSSE PRO cm^2)

- 1 = 1bOrd. 4 = 1bOrd. 7 = 1bOrd.
 2 = 2.Ord. 5 = 2.Ord. 8 = 2.Ord.
 3 = 3.Ord. 6 = 3.Ord. 9 = 3.Ord.

Tab. 2 Übersicht der Injektionsflüssigkeiten und
-massen: In Anlehnung an WALTER STEINMANN (98)

I. Nicht erstarrende Flüssigkeiten

- A) Spülflüssigkeiten
 - Physiologische Kochsalzlösung
 - Ringer-Locke-Lösung
 - Isotone Natriumsulfatlösung
 - Oxalsaures Ammonium
 - Amylnitrit
 - Milchsäure
 - Heparin
- B) Konservierungsflüssigkeiten
 - Formalin
 - Formalin-Alkohol-Glycerin
 - 20 % Chinosol
 - Zusammensetzung nach Hamburger Methode
- C) Darstellende Farblösungen
 - Tusche
 - Plakatfarben, Emulsionsfarben
 - Berliner Blau

II. Erstarrende Injektionsmassen

- A) Wäßrige Massen
 - Eiweiß-Wasser-Farbstoff
 - Kleistermasse nach PANSCH/SPANNER
 - Leim oder Gelatinemassen nach SPALTEHOLZ/ROBIN
 - Stärkemassen
- B) Nicht-wäßrige Massen
 - Wachsmassen
 - Fett oder Talgmassen
 - Harzmassen
 - Schellackmasse
 - Kitt oder Ölmassen nach TEICHMANN/VOSS
 - Celloidinmasse
 - Plastillinmasse
 - Elastische Massen (Kautschuk, Latex-Gummimilch, Revertex, Latex, Revultex)
 - Mineralmassen (Gips, Gips-Weizenmehl, Portlandzement, Wasserglas)
 - Röntgenkontrastmassen (Quecksilber, Bleimenige, Bariumsulfat)

III. Lymphgefäßinjektionslösungen

- A) Asphaltmassen
 - Asphalt-Chloroform
 - Asphalt-Benzol
- B) Ölmassen
 - Lymphgefäßinjektionsmassen nach GEROTA
 - Lymphgefäßinjektionsmassen nach TEICHMANN
- C) Wässrige Massen
 - Berliner Blau in Wasser bzw. Gelatine gelöst
 - Tusche
- D) Silbernitrat
 - Silbernitrat
- E) Füllung der Lymphgefäße mit Glas
 - Luftinjektion
 - Selbständige Luftfüllung
- F) Lymphgefäßinjektion am lebenden Tier
 - Tusche
 - Patent-Violett-Lösung nach FABIAN

IV. Korrosionsmassen

- A) Warme Massen
 - Woodsches Metall
 - Wickheimsche Legierung
 - Wachs und Paraffine nach HYRTL
- B) Lösungsmittelmassen
 - Celloidinmasse
 - Schellacke
 - Latex
 - Plexiglaslösung nach BAUD und DUPREZ
- C) Polymerisierende Kunststoffe
 - Plastoid nach SCHUMMER
 - Technovit
 - Tensol-Zement, Vinylite, Marco Resin, Plastogen G
 - Polyvinylchlorid (PVC)
 - Polyesterharze und Epoxidharze
 - Palatal P 4
 - Silikonkautschuk

H. LITERATURSTELLEN

- 1 Bakamjian, V. Y., M. Littlewood: Cervical skin flaps for intraoral and pharyngeal repair following cancer surgery. Brit. J. Plast. Surg. (1963) 191
- 2 Bakamjian, V. Y.: A two-stage method for pharyngo-esophageal reconstruction with a primary pectoral skin flap. Plast. Reconstr. Surg 36 (1965) 173
- 3 Bakamjian, V. Y., N. K. Culf, H. W. Bales: Versatility of the deltopectoralflap in reconstructive following head and neck cancer surgery. Excerpta med. (Amst.), Internat. Congr. Der. 174 (1969) 808
- 4 Baran, N. K., C. E. Horton: Growth of skin grafts, flaps, and scars in young minipigs. Plast. Reconstr. Surg. 50 (1972) 487
- 5 Bardach, J., A. Kurnatowski: Skin (Blood supply of a Filatov's skin flap). Plast. Reconstr. Surg. 29 (1962) 323
- 6 Barone, R.: Atlas d'anatomie du lapin. Masson & C., Editeurs, Paris (1973)
- 7 Barron, J. N.: The congestion test: A method of estimating the circulation in tube pedicles. Brit. J. Plast. Surg. 8 (1956) 114

- 8 Barron, J. N., N. Veall: Application of radioactive sodium to problems in plastic surgery. Brit. Med. Bull. 8 (1952) 197
- 9 Barron, J. N., N. Veall, D. G. Arnott: The measurement of the local clearance of radioactive sodium in tubed skin pedicles. Brit. J. Plast. Surg. 4 (1952) 16
- 10 Barron, J. N., J. E. Laing, B. A. Colbert, N. Veall: Observation on the circulation of tubed skin pedicles using the local clearance of radioactive sodium. Brit. J. Plast. Surg. 12 (1959) 1
- 11 Bellmann, S., H. A. Frank, P. B. Lombard, E. Velander: Experimental studies on regenerative vascular responses. Anat. Rec. 136 (1960) 162
- 12 Bellmann, S., B. Oden, E. Velander: Microangiography. Europäische Konferenz über Mikrozirkulation, Hamburg, 1960. Bibliotheca anatomica, Vol. 1, Karger, Basel - New York (1961). Hrsg. Harders H.
- 13 Blair, V. P.: The delayed transfer of long pedicle flap in plastic surgery. Surg. Gyn. Obstetr. 33 (1921) 261
- 14 Bloomenstein, R.: Viability prediction in pedicles flaps by infrared thermography. Plast. Reconstr. Surg. 42 (1968) 252
- 15 Braithwaite, F.: Preliminary observations on the vascular channels in tube pedicles. Brit. J. Plast. Surg. 3 (1950) 40

- 16 Braithwaite, F.: Some observations on the vascular channels in tubed pedicles. Brit. J. Plast. Surg. 4 (1952) 38
- 17 Braithwaite, F., F. T. Farmer, F. J. Herbert: Observation on the vascular channels of tubed pedicles using radioactive sodium. Brit. J. Plast. Surg. III, 4 (1952) 38
- 18 Braithwaite, F., F. T. Farmer, J. R. G. Edwards, J. S. Inkster: Simultaneous measurements of blood flow and sodium²⁴ clearance in the skin. Brit. J. Plast. Surg. 12 (1960) 189
- 19 Brenner, G., K. Credner, R. Graebner: Xantinol-Nicotinat. Pharmakologie, Toxikologie und Biochemie. Pharmakologischtoxikologische Forschungsabteilung und Abteilung für Biochemische Forschung der Fa. A. Wülfing - Bauer & Cie., Düsseldorf
- 20 Broadbent, Th. R., F. W. Asters, K. L. Pickrell: A new compression clamp to test and occlude the circulation in the pedicle flaps. Plast. Reconstr. Surg. 12 (1953) 187
- 21 Brown, W. F., T. J. Litzow, J. A. Anderson, E. J. Baldes: An experimental method of studying blood flow in canine bipedicle tube flaps. Mayo Clin. Proc. 44 (1969) 742
- 22 Burri, C., P. Matter: Die Beeinflussung der Durchblutung im Rundstiellappen durch niedermolekulares Dextran (NMD). Z. Ges. Exp. Med. 2 (1966) 140

- 23 Climo, S.: Dermal bleeding and the delay operation. *Plast. Reconstr. Surg.* 8 (1951) 59
- 24 Clodius, L., K. Schneider, W. Glinz, J. Smahel: Das Überleben von Hautlappen in Abhängigkeit von ihrer Dicke und von der Qualität des Lappenbettes, kontrolliert durch Vitalfarben, pH-Messungen und klinischen Aspekt. *Helv. Chir. Acta* 39 (1972) 419
- 25 Conrad, M. C., J. L. Anderson III., J. R. Garret: Chronic collateral growth after femoral artery occlusion in the dog. *J. Appl. Physiol.* Vol. 31 (1971) 550
- 26 Conway, H., R. B. Stark, J. P. Docktor: Vascularization of tubed pedicles. *Plast. Reconstr. Surg.* 4 (1949) 133
- 27 Conway, H., D. Joslin, R. B. Stark: Observation on the development of circulation in skin grafts. I. Technique of adaption of transparent chamber technique to study the circulation in skin grafts. *Plast. Reconstr. Surg.* 8 (1951) 194
- 28 Conway, H., B. Roswit, R. B. Stark, R. Yalow: Radioactive sodium clearance of tubed pedicles and flaps. *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.* 77 (1951) 348
- 29 Conway, H., R. B. Stark, D. Joslin: Cutaneous histamine reaction as a test of circulatory efficiency in tubed pedicles and flaps. *Surg. Gyn. Obstetr.* 93 (1951) 185

- 30 Conway, H., R. B. Stark, D. Joslin: Observation on the development of circulation in skin grafts. II. The physiologic pattern of early circulation in autografts. *Plast. Reconstr. Surg.* 8 (1951) 312
- 31 Conway, H.: Clinical tests for evaluation of circulation in tubed pedicles and flaps. *Ann. Surg.* 135 (1952) 52
- 32 Conway, H., R. B. Stark, G. Nieto-Cano: The arterial vascularisation of pedicles. *Plast. Reconstr. Surg.* 12 (1953) 348
- 33 Corso, P. F.: Variations of the arterial, venous and capillary circulation of the soft tissues of the head by decades as demonstrated by the methyl methacrylate injection technique, and their application to the construction of flaps and pedicles. *Plast. Reconstr. Surg.* 27 (1961) 160
- 34 Crawford, B. C.: The management of tube pedicles. *Brit. J. Plast. Surg.* 18 (1965) 387
- 35 Davis, J. S., H. F. Traut: The production of epithelial lined tubes and sacs. An experimental study. *J. Amer. Med. Ass.* 86 (1926) 339
- 36 Dietrich, F. E., H. E. Köhnlein, E. Dietzel: Versuche zur Erkenntnis der Überlebensfähigkeit von Rundstiellappen. *Plast. Chirurgie, Transacta der III. Tagung der Vereinigung der deutschen plastischen Chirurgen, Köln, 1972. Pilgram Druck, Hoffnungsthal* (1972) 27

- 37 Dingwall, J. A., J. W. Lord: The fluorescein test in the management of tubed (pedicle) flaps. Bull. Johns Hopkins Hosp. 73 (1943) 129
- 38 Douglas, B., R. R. Buchholz: The bloodcirculation in pedicle flaps. Ann. Surg. 117 (1943) 692
- 39 Douglas, B., G. Meneely: The rate of absorbtion of radioactive isotopes as a test of the efficiency of the circulation in pedicle flaps. Plast. Reconstr. Surg. 20 (1957) 350
- 40 Eichler, O., K. Linder, K. Schmeiser: Die Durchblutung plastisch-chirurgischer Rollappen, gemessen mit radioaktivem Natrium. Chirurg 22 (1951) 340
- 41 Ellenberger-Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Springer, Berlin (1943)
- 42 German, N., E. Finesilver, J. S. Davis: Establishment of circulation in tubed skin flaps. Arch. Surg. 26 (1933), 27, Chicago, III
- 43 Gillies, H.: Practical use of the tubed pedicle flap. Amer. J. Surg. 43 (1939) 201
- 44 Glinz, W., L. Clodius: Measurement of tissue p. h. for viability in pedicle flaps: Experimental studies in pigs. Brit. J. Plast. Surg. 25 (1972) 111
- 45 Gordon, S., R. F. Warren: Reflex vasodilatation in tubed pedicle skin grafts. Ann. Surg. 123 (1946) 436, Philadelphia

- 46 Goulian, D.: The use of bromphenol blue in the assay of rheomacrodex effect on flap viability. Plast. Reconstr. Surg. 39 (1967) 227
- 47 Grabb, W. C., R. M. O'Neal: The effect of low molecular weight dextran on the survival of experimental skin flaps. Plast. Reconstr. Surg. 37 (1963) 406
- 48 Guthrie, R. H., D. Goulian, R. L. Cucin: Predicting the extent of the viability in flaps by measurement of gas tensions using a mass spectrometer. Plast. Reconstr. Surg. 50 (1972) 385
- 49 De Haan, C. R., R. B. Stark: Vascular reinforcement of pedicled tissue. Surg. Forum Chicago, Clin. Congr. Amer. Coll. Surg. 8 (1957) 578
- 50 De Haan, C. R., R. B. Stark: Changes in efferent circulation of tubed pedicles and in the transplantability of large composite grafts produced by histamine iontophoresis. Plast. Reconstr. Surg. 28 (1961) 588
- 51 Härtwig, J., D. Dietel, H. E. Köhnlein: Tierexperimentelle Untersuchungen zur Vermeidung von Stiellappennekrosen. In: Plast. Chirurgie des Kopf- und Halsbereiches und der weiblichen Brust. Hrsg.: H. Bohmert, Thieme Verlag, Stuttgart (1975)
- 52 Härtwig, J., D. Dietel, U. Drewes: Therapeutische Möglichkeiten zur Vermeidung von Stiellappennekrosen. Med. Welt 27 (1976) 124

- 53 Harrison, D. F. N.: The value of dye studies in testing the viability of regional flaps. Plast. Reconstr. Surg. of Face and Neck. Proceedings of the first international Symposium. Edt.: Conley, J., Vol. 2 (1972)

- 54 Hauser, W. H., W. N. Tauxe, C. A. Owen, P. R. Lipscomb: Determination of the vascular status of pedicle skin grafts by radioactive tracer studies. Surg. Gyn. Obstetr. 112 (1961) 625

- 55 Heger, W., F. Kiaden, U. Mittmann, J. Schmier: Verschiedene morphologische Darstellungen des Koronargefäß-Systems des Hundes. Basic. Res. Cardiol. 71 (1976) 103

- 56 Hoffmann, G.: Abriß der Laboratoriumstierkunde. Gustav Fischer Verlag, Jena (1961)

- 57 Hossenfelder, A.: Die Angiostruktur besonderer Hautfelder des Hanford-Miniaturschweines im Aufhellungspräparat. Dissertation aus dem Inst. für makrosk. Anatomie der Tiere der Universität München (1976)

- 58 Hynes, W.: A simple method of estimating blood flow with special reference to the circulation in pedicled skin flaps and tubes. Brit. J. Plast. Surg. 1 (1948) 159

- 59 Hynes, W.: The blood vessels in skin tubes and flaps. Brit. J. Plast. Surg. 3 (1950) 165

- 60 Hynes, W., A. Mc Gregor: The use of fluorescence in estimating the blood flow in pedicle skin flaps and tubes. Brit. J. Plast. Surg. 2 (1950) 4
- 61 Hynes, W.: The rapid skin transfer of abdominal tubed pedicles. Brit. J. Plast. Surg. 2 (1950) 202
- 62 Hynes, W.: The determination of the change in the small vessels of a flap after division of its pedicle. Brit. J. Plast. Surg. 9 (1956) 251
- 63 Hyrtl, J.: Die Corrosionsanatomie und ihre Ergebnisse. Wilhelm Braumüller Verlag, Wien (1873)
- 64 Kastenbauer, E. R., R. Reichert: Zur Narkosetechnik von Laboratoriumstieren. Z. Laryng. Rhinol. 52 (1973) 170
- 65 Keidel, W. D.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1973)
- 66 Klingenström, P., B. Nylen: Timing of transfer of tubed pedicles and cross flaps. Plast. Reconstr. Surg. 37 (1966) 1
- 67 Knebel, R.: Zur Gefäßdarstellung korrodierter Totalpräparate mit Kunststoff. Präparator 3/4 (1973) 107
- 68 Krause, W.: Die Anatomie des Kaninchens in topographischer und operativer Rücksicht. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig (1868)

- 69 Lange, K., L. J. Boyd: Use of fluorescein to determine adequacy of circulation. Med. Clin. North. Amer. 26 (1942) 943
- 70 Lentrodt, J.: Die gestielte Fettgewebstransplantation. Tierexperimentelle Studien als Grundlage der klinischen Anwendung. C. Häuser Verlag, München (1969)
- 71 Lenz, P.: Zur Technik der Gefäßdarstellung im Kiefer-Gesichtsbereich mittels Plastoid. Stoma 4 (1971) 210
- 72 Milton, S. H.: The effects of "Delay" in the survival of experimental pedicled skin flap. Brit. J. Plast. Surg. 22 (1969) 244
- 73 Milton, S. H.: Pedicled skin flaps: The fallacy on the length-width ratio. Brit. J. Plast. Surg. 57 (1970) 502
- 74 Milton, S. H.: New Concepts in design of skin flaps. In: Plast. Reconstr. Surg. of the Face and Neck, Bd. II. Hrsg.: J. Conley, J. T. Dickinson, Thieme Verlag, Stuttgart (1972)
- 75 Müller, O.: Die feinsten Blutgefäße des Menschen. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1937)
- 76 Muir, J. F. K., R. H. Fox, W. E. Stranc: The measurement of blood flow by a photoelectric technique and its application to the management of tubed skin pedicles. Brit. J. Plast. Surg. 21 (1968) 14

- 77 Murakami, T.: Vascular arrangement of the rat renal glomerulus. A scanning electron microscope study of corrosion casts. Arch. Histol. Jap. 34 (1972) 87
- 78 Murakami, T., J. Tatsuya, S. Yoshihiro: Perbi-
liary portal system in the monkey liver as evi-
denced by injection replica scanning electron
microscope method. Arch. Histol. Jap. 37 (1974)
245
- 79 Mustarde, J. C.: Reconstruction of anterior ure-
thra in hypospadias by buried skin strip method.
Brit. J. Plast. Surg. 7 (1954) 166
- 80 Myers, M. B., G. Cherry: The blood pressure in
tubed pedicles. Plast. Reconstr. Surg. 38 (1966) 49
- 81 Myers, M. B., G. Cherry, S. H. Milton: Tissue gas
levels and an index of the adequacy of the circ-
ulation. The relation between ischemia and the de-
lay phenomenon. Surgery 71 (1972) 15
- 82 Neumann, C. G., J. v. Wedel: The immediate attach-
ment of double pedicle tubed flaps to the carrier
(wrist) in preparation for transfer to a distant
side. Plast. Reconstr. Surg. 11 (1953) 169
- 83 Ohmori, S., K. Kurata: Experimental studies on
the blood supply to various types of skin grafts
in rabbits using isotope p^{32} . Plast. Reconstr.
Surg. 25 (1960) 547

- 84 Olander, G. A.: Nicotinic acid and epinephrine test for determining the source of blood supply of the delayed skin flaps. *Plast. Reconstr. Surg.* 5 (1960) 58
- 85 Palmer, B.: Sympathetic denervation and reinnervation of cutaneous bloodvessels following surgery. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* 4 (1970) 93
- 86 Palmer, B.: The influence of stress on the survival of experimental skin flaps. A study of rats. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* 6 (1972) 110
- 87 Patterson, T. J. S.: The survival of skin in the pig. *Brit. J. Plast. Surg.* 21 (1968) 113
- 88 Sajitz, E.: Beschreibung der zuführenden Hautarterien des Halses, des Rumpfes und der Extremitäten beim Göttinger Miniaturschwein. Dissertation aus dem Institut für makroskopische Anatomie der Tiere, Universität München (1973)
- 89 Schäfer, D., E. Seidl, H. Acker, H.-P. Keller, D. W. Lübbers: Arteriovenous anastomoses in the cat carotic body. *Z. Zellforsch.* 142 (1973) 514
- 90 Schäfer, D., M. Seiffert, J. Höper: Zur Darstellung des Gefäßnetzes in der Rattenleber mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie. *Mikroskopie* 31 (1975) 226
- 91 Schjelderup, H.: Treatment of the blue flaps. *Trans. 4th Int. Congr. Plast. Reconstr. Surg., Rome* (1967)

- 92 Schlüter, O.: Praktische Erfahrungen bei der Verwendung von polymerisierbaren Vinylverbindungen zur Gewinnung von Ausgußpräparaten. Der Präparator 7 (1961) 177
- 93 Schlüter, O.: Organinjektion mit Acrylharz zur Korrosionspräparation. Der Präparator 8 (1962) 83
- 94 Schnur, P., J. N. Simons, W. N. Tauxe: Circulation of pedicle flaps studies by tissue clearance of ^{99m}Tc -pertechnetate. Surg. Forum 20 (1969) 513
- 95 Schummer, A.: Ein neues Mittel (Plastoid) und Verfahren zur Herstellung korrosionsanatomischer Präparate. Anat. Anz. 81 (1935) 177
- 96 Schummer, A.: Vereinfachtes Plastoid-Korrosionsverfahren. Anat. Anz. 98 (1951) 288
- 97 Stark, R. B., L. de Haan: Vascular augmentation of pedicled tissue demonstrable by arteriography and injection mass. Plast. Reconstr. Surg. 24 (1959) 19
- 98 Steinmann, W.: Über die Injektion der Blut- und Lymphgefäße sowie über die Herstellung von Korrosionspräparaten. Der Präparator 1/2 (1971) 3
- 99 Stranc, W. E.: The delay procedure and its effects on blood flows in tubed pedicle flaps. Trans. 4th Int. Congr. Plast. Reconstr. Surg., Amsterdam: Exerpta Med. (1967) 1190

- 100 Stranc, M. F., H. Lambandter, A. Roy: A Review of 196 Tubed Pedicles. Brit. J. Plast. Surg. 28 (1975) 54
- 101 Sturman, M. J., J. L. Terry, J. E. Bennett: Enhancement of tissue survival in engaged tube pedicles. Surg. Forum 13 (1962) 468
- 102 Sturman, M. J., J. L. Terry, J. A. Biggs, J. E. Bennett: The prevention of necrosis in congested tubed pedicles. Plast. Reconstr. Surg. 34 (1964) 555
- 103 Sundell, B.: Studies on the circulation of pedicle skin flaps. Ann. Chir. Gynaec. Fenn. 53 (1964) 133
- 104 Tardy, M. E.: Regional flaps. Principles and application. Otolaryng. Clin. North. Amer. 5 (1972) 551
- 105 Tauxe, W. N., J. N. Simons, P. R. Lipscomb, K. Hamamoto: Determination of vascular status of pedicle skin flaps by use of radioactive pertechnetate (^{99m}Tc). Surg. Gyn. Obstetr. 130 (1970) 87
- 106 Teich-Alasia, S.: A study of vascularisation of pedicle flaps using disulphine blue. Brit. J. Plast. Surg. 24 (1971) 282
- 107 Tober-Meyer, B.: Vorschläge zur Narkose bei Kaninchen, Meerschweinchen und kleinen Nagern. Kleintier Praxis 22 (1977) 335

- 108 Tompsett, D. H.: Anatomical Techniques. (Longman Group Limited, 1970) E. Livingstone LTD (1970)
- 109 Velander, E.: Vascular changes in tubed pedicles. An animal experimental study. Acta Chir. Scand. Suppl. 1 (1964) 322
- 110 Vollmerhaus, B., D. Hegner: Korrosionsanatomische Untersuchungen am Blutgefäßsystem des Hühnerfußes. Morphologisches Jahrbuch 105 (1963) 139
- 111 Wilson, W. R., M. F. Roberts, J. M. Toomey, G. M. Watkins: PO_2 , PCO_2 , pH, Lactate and Pyruvate levels in venous effluent blood during construction of bepedicled flaps. Surg. Forum 24 (1973) 496
- 112 Winsten, J., P. D. Manalo, A. J. Barsky: Studies on the circulation of tubed flaps. Plast. Reconstr. Surg. 28 (1961) 619
- 113 Zahradnik, F.: Einführung in die Chemie der Kunststoffe. Niederschrift der Vorlesung WS 75/76, Erlangen (1976)

Nachtrag:

- 114 Adamson, J. E., C. E. Horton, H. H. Crawford,
W. T. Ayers: Studies on the action of dimethyl
sulfoxide on the experimental pedicle flap.
Plast. Reconstr. Surg. 39 (1967) 142
- 115 Baran, N. K., C. E. Horton: Growth of skin grafts,
flaps and scars in young minipigs. Plast Reconstr.
Surg. 50 (1972) 487
- 116 Bellman, S., E. Velander: Vascular transformation
in experimental tubed pedicles. Brit. J. Plast.
Surg. 12 (1959) 1
- 117 Biller, H. F.: Pedicled flaps: An experimental
and clinical study. Laryngoscope 82 (1972) 1831
- 118 Bustard, L. K., R. O. McClellan: Use of pigs in
biomedical research. Nature (Lond.) 206 (1965)
531
- 119 Daniel, R. K., H. B. Williams: The free transfer
of skin flaps by microvascular anastomosis. Plast.
Reconstr. Surg. 52 (1973) 16
- 120 Douglas, B., G. A. Millikan: The blood circula-
tion in pedicle flaps. Plast. Reconstr. Surg. 2
(1947) 348

- 121 Forbes, P. D.: Vascular supply of the skin and hair swine. In: W. Montagna and R. L. Dobson (Eds.): *Advances in Biology of the skin*. New York, Pergamon, Vol. 9 (1969)
- 122 Fugino, T.: Contribution of the axillar and perforator vasculature to circulation in flaps. *Plast. Reconstr. Surg.* 39 (1967) 125
- 123 German, W., E. M. Finesilver, J. S. Davis: Establishment of circulation in tubed skin flaps. *Arch. Surg.* 26 (1933) 27
- 124 Glinz, W., L. Clodius: Measurement of tissue pH for predicting viability in pedicle flaps: Experimental studies in pigs. *Brit. J. Plast. Surg.* 25 (1972) 111
- 125 Goldwyn, R. M., D. L. Lamb, W. L. White: An experimental study of large island flaps in dog. *Plast. Reconstr. Surg.* 31 (1963) 528
- 126 Kernahan, D. A., W. Zingg, C. W. Kay: The effect of hyperbaric oxygen on the survival of experimental skin flaps. *Plast. Reconstr. Surg.* 36 (1965) 19
- 127 Kiehn, C. L., J. D. Desprez: Effects of local hypothermia on pedicle flap tissue. *Plast. Reconstr. Surg.* 25 (1960) 349
- 128 Knebel, R.: Zur Gefäßdarstellung korrodierter Totalpräparate mit Kunststoff. *Der Präparator* 19, 7/73 (1973) 107

- 129 Kobold, H.: Die Technik der Gefäßinjektion zur Darstellung der Gefäßarchitektur in Organen kleiner Laboratoriumstiere. Der Präparator 10, 10/64/4 (1964) 105
- 130 Koehnlein, H. E., G. Lamperle: Experimental studies of the effect of dimethyl sulfoxide on the pedicle flaps. Surgery 67 (1970) 672
- 131 Korlof, B., O. Ugland: Flaps and flap necrosis. Acta Chir. Scand. 131 (1966) 408
- 132 McFarlane, R. M., G. De Young, R. A. Henry: The design of a pedicle flap in the rat to study necrosis and its prevention. Plast. Reconstr. Surg. 35 (1965) 177
- 133 Milton, S. H.: Survival of experimental pedicled skin flaps. Doctoral thesis, Bodleian, and Kilner libraries, Oxford, England (1967)
- 134 Milton, S. H.: Pedicled skin flaps - the fallacy of the length-width ratio. Brit. J. Surg. 57 (1970) 502
- 135 Murakami, T.: Glomerular vessels of the rat kidney with special reference to double efferent arterioles..A scanning electron microscope study of corrosion casts. Arch. Histol. Jap. 33, No. 3 (1971)
- 136 Murakami, T.: Application of the scanning electron microscope to the study of the fine distribution of the blood vessels. Arch. Histol. Jap. 32, No. 5 (1971) 445

- 137 Murakami, T.: Osmium in preparation of Methylmethacrylate vascular casts for scanning electron microscopy. Arch. Histol. Jap. 36, No. 2 (1973) 119
- 138 Myers, M. B., G. Cherry: Augmentation of tissue survival by delay: An experimental study in rabbits. Plast. Reconstr. Surg. 39 (1967) 397
- 139 Myers, M. B., G. Cherry: Design of skin flaps to study vascular insufficiency. J. Surg. Res. 7 (1967) 399
- 140 Myers, M. B., G. Cherry: Differences in the delay phenomenon in the rabbit, rat and pig. Plast. Reconstr. Surg. 47 (1971) 73
- 141 Myers, M. B., Cherry, G.: Augmentation of survival in pedicle skin flaps by the chemical production of ischemia. Surg. Forum 22 (1971) 485
- 142 Notermans, H. P.: Montage und Einbettung von Korrosionspräparaten. Der Präparator 19, 7/73 (1973)
- 143 Ordman, L. J., T. Gillman: Studies in the healing of cutaneous wounds. I. The healing of incisions through the skin of pigs. Arch. Surg. 93 (1966) 857
- 144 Palmer, B., G. Jurell, K. Norberg: The blood flow in experimental flaps in rats studied by means of the ¹³³xenon clearance method. Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. 6 (1972) 6

- 145 Pers, M.: Healing after necrosis of pedicle flaps. Plast. Reconstr. Surg. 27 (1961) 303
- 146 Randall, P., I. Dushoff: Skin cycles and other physiological variables of rodent skin: The effect of the skin cycle on skin homograft survival in the mouse. Plast. Reconstr. Surg. 21 (1958) 24
- 147 Schäfer, D., M. Seiffert, J. Höper: Zur Darstellung des Gefäßnetzes in der Rattenleber mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie. Mikroskopie 31 (1975) 226
- 148 Stark, R. B.: Vascular reinforcement of pedicled tissue. Transplant. Bull. 3 (1956) 94
- 149 Steinmann, W., R. Ehrsam: Die Darstellung des Blutgefäßsystems der Achatschnecke (Achatina Fulica) mit der Korrosionsmethode. Der Präparator 22, 4/76 (1976) 161
- 150 Van Scott, E. J.: Experimental animal integumental models for screening potential dermatologic drugs. In: W. Montagna, E. J. van Scott, R. B. Stoughton (Eds.). Pharmacology and the skin. New York, Meredith (1972)
- 151 Guss, A. D., S. Y. Wang: Fluorescensfarben in der Korrosionstechnik. Der Präparator 15, 1/2 und 3/4 (1969)

Herrn Professor Dr. med. M. E. Wigand danke ich
für das Thema dieser Arbeit und für die Erlaubnis
zu tierexperimentellen Untersuchungen im Tier-
operationssaal der HNO-Klinik.

Herrn Oberarzt Dr. med. habil. Chr. Gammert danke
ich für die intensive Betreuung bei den Tierver-
suchen sowie für die wertvollen Ratschläge und An-
regungen.

LEBENS LAUF

Am 22. Juli 1948 wurde ich als zweiter Sohn des Bergbau-Ingenieur Emil Ernst Roßlau und seiner Frau Elisabeth Elfriede, geborene Lorra, in Gelsenkirchen geboren.

Von 1955 bis 1959 besuchte ich die Grundschule (Come-nius-Schule) in Gelsenkirchen Schalke-Nord.

Meine Gymnasialzeit absolvierte ich auf dem Schalker-Gymnasium und dem Dr.-Richter-Gymnasium in Kelkheim/Taunus. In Kelkheim beendete ich meine Schulzeit mit der Reifeprüfung im Juni 1970.

Bis zu meinem Studium der Medizin überbrückte ich die Zwischenzeit bei der Bundeswehr in Diez/Lahn.

Im Sommersemester 1974 begann ich mit dem Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Im Wintersemester 1975/76 machte ich das Physikum.

Im Wintersemester 1976/77 absolvierte ich die Prüfung des 1. Klinischen Prüfungsabschnittes.

Im Wintersemester 1978/79 legte ich die Prüfung des 2. Klinischen Prüfungsabschnittes ab.

Mit dem 3. Klinischen Prüfungsabschnitt im Wintersemester 1979/80 beendete ich mein Studium der Medizin.

Als Sanitätsoffizier habe ich meinen Dienst bei der Bundeswehr aufgenommen.

Copy-Center 2000
852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131-26197